



**MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA OBLIGATORIA, BACHILLERATO, FORMACIÓN
PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2019-20

**Motivación de los estudiantes de PMAR hacia
la asignatura de Física y Química.
Estudio de caso IES Los Rosales.**

**The motivation of PMAR students towards the
Physics and Chemistry subject.
Case Study IES Los Rosales.**

ESPECIALIDAD: Física y Química

APELLIDOS Y NOMBRE: Rebeca Varadé López

DNI: 47528883G

CONVOCATORIA: JUNIO

TUTOR/A: Juan Peña Martínez

Dpto. de Didáctica de Ciencias Experimentales, Sociales y
Matemáticas. Facultad de Educación – Centro de Formación del
Profesorado.

1. Índice.

1. Índice.....	I
1.1. Índice de figuras.....	III
1.2. Índice de tablas.....	IV
2. Resumen / Abstract.	1
3. Descriptores.....	2
4. Planteamiento del problema y justificación.....	2
4.1. Planteamiento e interés del tema.....	2
4.2. Relación con el ejercicio de la profesión docente en la especialidad cursada.	3
4.3. Relación del tema elegido con las prácticas.....	4
5. Fundamentación teórica y estado de la cuestión.....	6
5.1. Definición función y clasificación de las emociones.....	6
5.2. Autoeficacia.	11
5.3. Tecnologías de la Información y de la Comunicación y motivación.	12
6. Objetivos.....	15
7. Metodología.	16
7.1. Caracterización de la muestra.....	16
7.2. Diseño e implementación de la propuesta didáctica.....	17
7.3. Selección de instrumentos de recogida de datos.	20
7.4. Instrumentos de análisis de datos.	21
8. Resultados.....	22
8.1. Voluntad de estudio o esfuerzo de los estudiantes.	22
8.2. Emociones experimentadas por los alumnos del estudio en el aprendizaje de física y química.....	23
8.3. Causas de las emociones experimentadas por los estudiantes.	31
9. Discusión de los resultados.	33
9.1. Voluntad o esfuerzo de estudio.....	33
9.2. Emociones de los estudiantes.....	33
9.3. Causas de las emociones.	37
9.4. Relación de los resultados obtenidos con la profesión docente.	39
9.5. Limitaciones del estudio.	39
9.6. Futuras líneas de actuación.	39
10. Conclusiones.	40
11. Referencias bibliográficas.	41
12. Anexos.....	45

1.1. Índice de figuras

Figura 1. Tasa de abandono escolar del 2002 al 2019 (Eurostat, 2020).	3
Figura 2. El proceso emocional. Creado a partir de Bisquerra Alzina (2003).	6
Figura 3. Las seis emociones básicas o primarias propuestas por Ekman.....	8
Figura 4. Composición de la muestra de estudio.	17
Figura 5. Cómo interpretar una gráfica de caja y bigotes.	22
Figura 6. Emociones positivas que aumentan.....	25
Figura 7. Emociones negativas que disminuyen.	26
Figura 8. Emociones que no variaron su frecuencia promedio.....	27
Figura 9. Emociones positivas que disminuyeron.	27
Figura 10. Emociones negativas que aumentaron.	28
Figura 11. Comparación de las frecuencias promedio de las emociones positivas PMAR y ESO (Dávila Acedo et al., 2016)	34
Figura 12. Comparación de las frecuencias promedio de las emociones negativas PMAR y ESO (Dávila Acedo et al., 2016).....	35

1.2. Índice de tablas

Tabla 1. Contenidos y criterios de evaluación para la unidad didáctica “Estructura atómica”	5
Tabla 2. Clasificación de las emociones en positivas y negativas (Borrachero Cortés, 2015)	9
Tabla 3. Emociones primarias. Modificado de (Chóliz Montañés, 2005; Dávila Acedo, 2018; Rotger, 2019).	10
Tabla 4. Temporalización de la unidad didáctica.....	18
Tabla 5. Valores de la escala Likert.	21
Tabla 6. Estadísticos descriptivos de la voluntad o esfuerzo de estudio antes y después de la intervención, de manera global y según el género.	23
Tabla 7. Estadísticos descriptivos de la valoración de las emociones antes y después de la intervención.....	24
Tabla 8. Estadísticos descriptivos de la valoración de las emociones según el género “antes”.	29
Tabla 9. Estadísticos descriptivos de la valoración de las emociones según el género “después”	30
Tabla 10. Estadísticos descriptivos de la valoración de las posibles causas debidas al profesor.	31
Tabla 11. Estadísticos descriptivos de la valoración de las posibles causas debidas a la asignatura.....	32
Tabla 12. Estadísticos descriptivos de la valoración de las posibles causas debidas a la actitud del estudiante.	32
Tabla 13. Cambios interesantes en las frecuencias medias de las emociones según el género, antes y después de la intervención	36

2. Resumen / Abstract.

En esta memoria se recogen los resultados de un estudio sobre la actitud hacia las ciencias experimentales de los estudiantes del segundo curso del Programa de Mejora del Aprendizaje y el Rendimiento del instituto público Los Rosales de Móstoles (Madrid). El estudio versa sobre el efecto de la introducción de una metodología distinta a la tradicional, mediante la combinación de clases magistrales con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación y otras actividades, en la actitud hacia las ciencias de los estudiantes. El estudio se prolongó durante dos meses y los resultados se evaluaron mediante una encuesta. Entre los resultados más importantes se encuentra la mejora de la disposición de los alumnos hacia la asignatura de Física y Química, reduciéndose en general los sentimientos negativos y aumentando los positivos. También se observó un aumento del esfuerzo por parte de los alumnos en la preparación de la asignatura. Entre las limitaciones más importantes del estudio se encuentran la limitación temporal, el pequeño tamaño de la muestra (13 estudiantes) y la unidad didáctica impartida: la estructura atómica. Sería necesario un estudio más amplio, a lo largo de todo el año, y con un mayor tamaño de muestra, para poder confirmar que los resultados obtenidos son extrapolables a otros grupos.

This report presents the results of a study on the attitude of second year of Improvement Program students towards science. The research was performed at the public institute Los Rosales, Móstoles (Madrid). The study deals with the effect on students' attitude towards Physics and Chemistry subject of combining master classes with the use of ICT (Information and Communication Technologies) and other activities. The study goes on for two months and the results were evaluated through a survey. One of the most important results is the improvement of students' attitude towards Physics and Chemistry subject, the general reduction of negative feelings and the increase of positive ones. An increment in the students' dedication to study the subject was also observed. Among the most important limitations of the study are: the time limitation, the small sample size (13 students) and the didactic unit, the atomic structure. In order to confirm the results obtained and the possibility of extrapolation, further study must be performed. A year study with a larger sample size would be desirable.

3. Descriptores/palabras clave.

Palabras clave: Didáctica Ciencias Experimentales, Competencia emocional, Educación Secundaria, Física y Química.

Keywords: Chemistry and Physics, Emotion, Science Education, Secondary School.

4. Planteamiento del problema y justificación.

En este apartado expondremos los motivos por los que el estudio de la motivación de los estudiantes y su estado emocional en la enseñanza-aprendizaje de la Física y la Química nos parece un tema de interés para ser elegido en el presente Trabajo Fin de Máster.

4.1. Planteamiento e interés del tema.

El derecho a la educación está recogido en el artículo 26 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos (ONU, 1948) así como en los artículos 28 y 29 de la Convención sobre los Derechos del niño (ONU, 1989). En concreto en el artículo 28 se trata sobre la implantación por parte de los Estados de una educación obligatoria de carácter gratuito.

En el caso concreto de España se plantea como objetivo educativo principal formar a los alumnos como ciudadanos responsables y el currículo actual tiene como eje central la formación en base a competencias. El ámbito de la definición de competencia “supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones, y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz” (BOE, 2015a, p. 6986). Así pues, la motivación y las emociones de los estudiantes suponen un eje fundamental en el modelo educativo actual. De hecho, el estudio de las emociones de los estudiantes es una línea de trabajo en la investigación en didáctica de las ciencias experimentales (Mellado Jiménez et al., 2014; Vázquez & Manassero, 2008; Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2011).

A pesar de la progresiva implementación del nuevo modelo educativo y de la reducción del 30,9% al 17,3% (Eurostat, 2020) de la tasa de abandono escolar temprano, porcentaje por encima de la media europea (Figura 1); en los centros educativos, se observa cierto desinterés por los estudios en parte del alumnado.

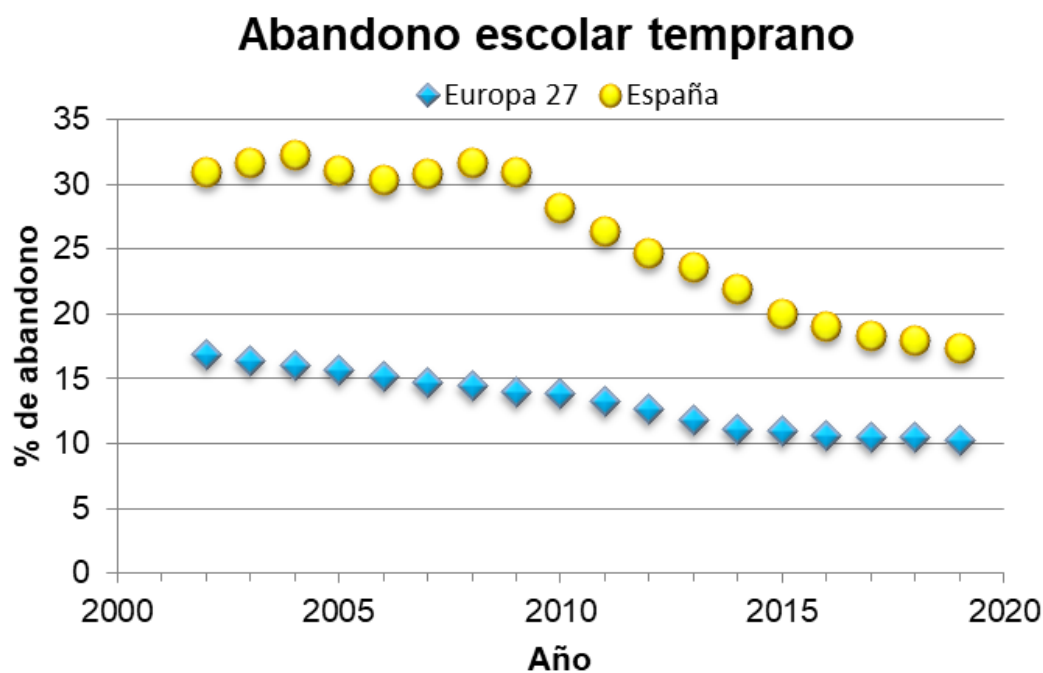


Figura 1. Tasa de abandono escolar del 2002 al 2019 (Eurostat, 2020).

4.2. Relación con el ejercicio de la profesión docente en la especialidad cursada.

En concreto en el caso del aprendizaje de las ciencias, ya en 2007 en el informe Rocard se menciona el bajo interés que despierta esta rama del conocimiento en los estudiantes (Rocard & Comisión Europea, 2007). En España, según el informe PISA 2019, el rendimiento en ciencias ha bajado 9,5 puntos (OECD, 2019) respecto a la anterior evaluación. El informe achaca esta variación a la diferencia socio-económica. Pero cabría preguntarse si el rendimiento está afectado por la manera de afrontar el estudio de las asignaturas de ciencias por parte de los alumnos. Algunos estudios (Borrachero Cortés et al., 2016) indican que el rendimiento de los alumnos está relacionado, entre otros factores, con la percepción de su capacidad para aprender la asignatura, esta percepción determina el tipo de sentimientos que tienen los alumnos y su motivación para estudiar.

Los alumnos se sienten menos motivados al estudiar asignaturas como: Física, Química y Matemáticas; consideradas difíciles, abstractas y poco útiles en la vida cotidiana; que al estudiar Biología y Geología (Solbes et al., 2007).

Estudiar la motivación de los estudiantes hacia asignaturas como la Física y la Química, y sobre todo la influencia de introducir cambios metodológicos, como el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), puede ayudarnos a identificar estrategias para conseguir hacer atractivas estas asignaturas a los estudiantes.

El uso de las TIC resulta atractivo por varias razones. La primera es que casi todos los alumnos tienen acceso desde edades tempranas a algún dispositivo como el móvil, tableta, ordenador, etc.). Estos dispositivos forman parte de su día a día, están familiarizados con ellos y en muchos casos con sus actividades de ocio. Este tipo de actividades están asociadas a sensaciones positivas. En segundo lugar, al ser algo cotidiano tienen una percepción alta de sus capacidades en el uso de estos dispositivos, que consideran incluso superior a la de los docentes. En tercer lugar, el uso de las TIC en asignaturas como la Física y la Química supone el desarrollo de la competencia digital recogida en el currículo (BOE, 2015a) de forma transversal. En cuarto lugar, en el caso particular de las asignaturas de Física y Química, el uso de las TIC permite mostrar al alumno realidades difíciles de representar, por ejemplo debido a su escala, como el sistema solar o el mundo subatómico.

4.3. Relación del tema elegido con las prácticas.

Durante el período de prácticas se trabajó con un grupo de estudiantes del Programa de Mejora del Aprendizaje y el Rendimiento, en adelante PMAR. Los alumnos de estos programas han tenido alguna dificultad en los estudios y por ello suelen ser alumnos inseguros sobre sus propias capacidades para lograr sus objetivos.

En estos programas, los alumnos reciben una atención más individualizada (las clases son reducidas) y se presta especial atención a que estos entiendan la relación entre los contenidos de las asignaturas y su utilidad en la vida cotidiana. Se pretende que los alumnos se impliquen en su propio aprendizaje, para lo que se intenta favorecer un aumento de la autoestima de los mismos e incrementar el interés en las asignaturas (Departamento Orientación, 2017).

Teniendo en cuenta la importancia de la motivación en este tipo de programas es interesante el estudio de la misma hacia la asignatura de Física y Química. Particularmente estudiar si la motivación variaba tras la introducción de actividades distintas a las clases magistrales. Puesto que la unidad didáctica a impartir fue “Estructura atómica” supuso una oportunidad para implementar el uso de las TIC y observar el efecto en la motivación. En este caso el uso de las TIC permite acercar a los alumnos al mundo microscópico, a una escala sólo accesible con los microscopios electrónicos más potentes y grandes instalaciones científicas

En concreto para la unidad didáctica el currículo (BOE, 2015b, p. 259, Departamento Orientación, 2017, p. 5 – 6 y 7) establece los contenidos, competencias básicas y criterios de evaluación especificados en la Tabla 1.

Tabla 1. Contenidos y criterios de evaluación para la unidad didáctica “Estructura atómica”

Competencias básicas	Contenidos	Criterios de evaluación
a) Comunicación lingüística.	“Utilización del lenguaje como instrumento de comunicación oral y escrita en múltiples contextos. Leer, escribir, buscar y recopilar información y ser competente a la hora de comprender y utilizar distintos tipos de textos” (Departamento Orientación, 2017, p. 5 – 6.)	
b) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.	Bloque II. La materia 3. Estructura atómica. Isótopos. - Modelos atómicos. 4. El sistema periódico de los elementos. 6. Masas atómicas y moleculares. 7. Elementos y compuestos de especial interés con aplicaciones industriales, tecnológicas y biomédicas. (BOE, 2015b, p. 259)	Bloque II 6. Reconocer que los modelos atómicos son instrumentos interpretativos de las distintas teorías y la necesidad de su utilización para la interpretación y comprensión de la estructura interna de la materia. 7. Analizar la utilidad científica y tecnológica de los isótopos radiactivos. 8. Interpretar la ordenación de los elementos en la Tabla Periódica y reconocer los más relevantes a partir de sus símbolos. (BOE, 2015b, p. 259)
d) Aprender a aprender	“Pensamiento estratégico, capacidad de cooperar, de autoevaluarse, manejar eficientemente los recursos y técnicas de trabajo intelectual, en definitiva ser autónomos para seguir aprendiendo a lo largo de su vida.” (Departamento Orientación, 2017, p. 7)	

5. Fundamentación teórica y estado de la cuestión.

La motivación puede definirse como una activación en la orientación de las actividades hacia un objetivo que el sujeto evalúa positivamente (Rheinberg & Engeser, 2018). La motivación se relaciona con el porqué y con el cómo se hacen las cosas. El concepto de motivación se encuentra interrelacionado con el de motivo, “la causa”, y el de voluntad, “el querer hacer algo”; sin embargo es distinto a ambos. En el diccionario la encontramos definida como el “conjunto de factores internos o externos que determinan en parte las acciones de una persona” (Real Academia Española, 2014). La definición no es muy precisa pero pone el foco en un punto importante la motivación depende de múltiples factores. En este trabajo nos vamos a centrar en algunos de los factores internos que influyen en la motivación de un sujeto. En concreto nos centraremos en dos: las emociones y la autoeficacia.

5.1. Definición, función y clasificación de las emociones.

Las emociones han sido objeto de estudio y de reflexión desde la edad antigua. Filósofos, naturalistas, médicos, psicólogos, etc., han intentado definir las desde sus respectivos campos (Tarantino-Curseri, 2018).

Desde el punto de vista de la lengua, la RAE define el término “emoción” como: “alteración del ánimo intensa y pasajera, agradable o penosa, que va acompañada de cierta conmoción somática” (Real Academia Española, 2014).

En el año 2003 Bisquerra definió las emociones como un proceso complejo fruto de la valoración subjetiva de un evento vivido por el individuo (Bisquerra Alzina, 2003).

Según Bisquerra, cuando un sujeto vive un evento se produce una valoración del mismo que puede ser positiva o negativa. Al ser una valoración subjetiva está fuertemente condicionada por la escala de valores, creencias, contexto social, conocimientos y objetivos del individuo. Las emociones producidas por el evento dependen de esta valoración y dichas emociones predisponen al sujeto a actuar de determinada manera, véase Figura 2.

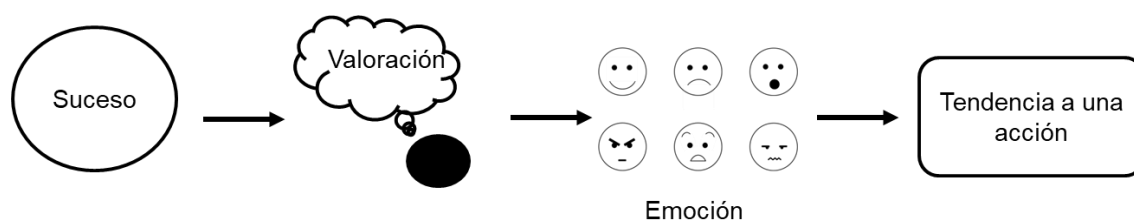


Figura 2. El proceso emocional. Creado a partir de Bisquerra Alzina (2003).

Actualmente, se considera que las emociones tienen tres componentes principales: la fisiológica, la conductual y la cognitiva (Bisquerra Alzina, 2003)

La componente fisiológica o neurofisiológica hace referencia a los cambios que se producen en el organismo del sujeto y que éste no puede controlar. Tienen como objetivo predisponer al cuerpo a afrontar el suceso. Entre los efectos más comunes se encuentran la sequedad en la boca, el aumento de la sudoración, hiperventilación, taquicardia, tensión muscular.

La componente conductual está relacionada con la forma de expresar las emociones por parte del sujeto. Tiene que ver con cómo se comunica el individuo, tanto su expresión verbal (tono, velocidad, entonación, pausas, etc.); como la no verbal (uso del espacio, gestos del cuerpo, expresiones faciales, etc.)

La componente cognitiva tiene que ver con la forma en que percibe sus emociones el propio individuo, con su forma de experimentar los sucesos que producen las emociones y su capacidad para darse cuenta, ser consciente, de sus propias emociones.

En cuanto a la función de las emociones; ya Charles Darwin, en su amplio estudio sobre las expresiones y emociones de humanos y animales (Darwin, 2000), llegó a la conclusión de que las emociones eran vitales para la supervivencia de nuestra especie, sobre todo en la etapa de nuestra vida en la que aún no sabemos hablar. Parece que tenemos la habilidad innata para expresar nuestras emociones, aunque el propio Darwin afirma que es posible que el reconocimiento de dichas emociones se logre con la práctica a lo largo de la vida. Las emociones ayudan a la supervivencia del ser humano y ayudan en la regulación de la vida.

Toda emoción, incluso las desagradables, tiene una función (Chóliz Montañés, 2005). Según la clasificación de Reeve (2011), las funciones pueden clasificarse en tres grupos:

- Función adaptativa.
- Función social.
- Función motivacional.

La función adaptativa de la emoción es muy importante, ya que la emoción prepara al organismo para comportarse como exija la situación, empleando los recursos requeridos para ello; pudiendo ser esta conducta de acercamiento o alejamiento del evento que se produce.

La función social de la emoción tiene que ver con la capacidad que tenemos de asociar la expresión de una emoción con posibles conductas futuras del individuo. Así cuando un sujeto expresa sus emociones es posible para el resto adoptar una conducta adecuada a la situación.

La función motivacional se refiere a la relación existente entre motivación y emoción. Las conductas motivadas tienen un objetivo (dirección) y una intensidad, si van acompañadas de la emoción estas conductas se refuerzan. La emoción dirige la conducta y ayuda a llevarla a cabo de forma más eficaz.

Entre las distintas clasificaciones que existen de las emociones (Damasio, 2011; Darwin, 2000; Ekman, 2003; Goleman, 2019) nos centraremos en dos: la clasificación en emociones básicas y derivadas, y la clasificación de las emociones en positivas, negativas o neutras.

En cuanto a la primera clasificación, en primer lugar, a las emociones básicas también se las denomina primarias, mientras que las derivadas reciben también la denominación de secundarias y se encuentran en la literatura bajo cualquiera de las dos denominaciones. Se considera que las emociones primarias son innatas en el ser humano y se pueden reconocer por expresiones del rostro que resultan características. Paul Ekman en 1972 (Rotger, 2019) definió 6 emociones básicas, véase Figura 3: alegría, tristeza, sorpresa, ira, miedo y asco.

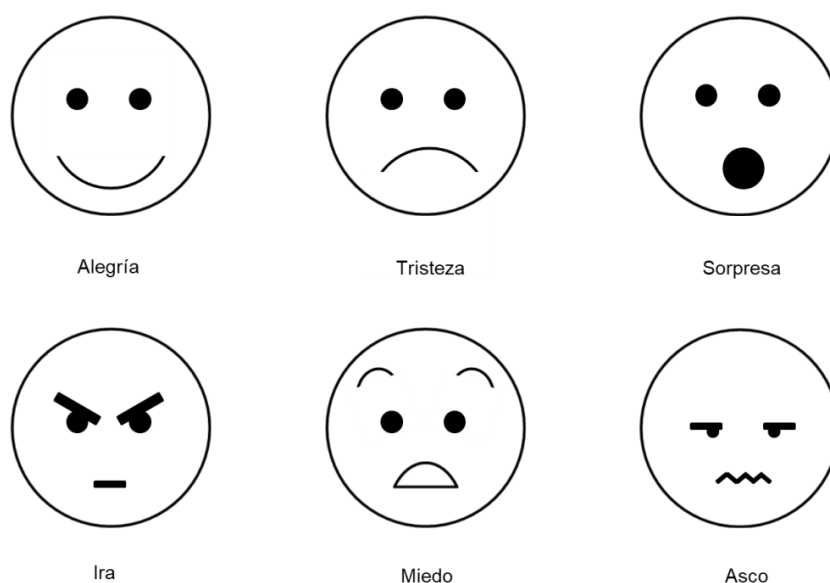


Figura 3. Las seis emociones básicas o primarias propuestas por Ekman.

Las emociones secundarias o derivadas surgen de las emociones primarias, pueden ser una combinación de varias de ellas. Las emociones secundarias se desarrollan a nivel individual, cada sujeto las expresa de una manera propia y están influenciadas por el contexto social.

Otra clasificación de interés, es la que engloba a las emociones en positivas, negativas y neutras.

Las emociones positivas se generan cuando la valoración del evento es favorable. Por lo tanto comprenden sentimientos placenteros y de bienestar.

Las emociones negativas se generan cuando la valoración del evento es desfavorable. Dan lugar a sentimientos desagradables y a un abordaje de la situación de afrontamiento.

Las emociones neutras se generan cuando la valoración no es claramente ni favorable ni desfavorable y facilitan la aparición de otros estados emocionales a posteriori.

En este trabajo seguiremos la clasificación de Borrachero que clasifica las emociones como positivas o negativas (Borrachero Cortés, 2015), véase Tabla 2, asignando cada una de las neutras a un grupo u otro.

Tabla 2. Clasificación de las emociones en positivas y negativas (Borrachero Cortés, 2015)

Emociones	
Positivas	Negativas
Admiración	Ansiedad
Alegría	Asco
Amor	Culpabilidad
Confianza	Ira
Entusiasmo	Miedo
Felicidad	Nerviosismo
Satisfacción	Preocupación
Sorpresa	Tristeza
Tranquilidad	Vergüenza

En este trabajo se analizan los resultados para las 18 emociones señaladas en la Tabla 2, que incluyen 6 emociones primarias y 12 emociones secundarias. En la Tabla 3 se aporta detalle respecto las 6 emociones primarias. Para una mayor información se puede consultar la literatura (Chóliz Montañés, 2005; Dávila Acedo, 2018).

Tabla 3. Emociones primarias. Modificado de (Chóliz Montañés, 2005; Dávila Acedo, 2018; Rotger, 2019).

EMOCIONES POSITIVAS	<p><i>Emoción:</i> Alegría</p> <p><i>Función adaptativa:</i> Afiliación</p> <p><i>Descripción:</i> Es una emoción breve, que produce placer, satisfacción y regocijo. Proporciona energía.</p> <p><i>Utilidad:</i> Influye en los demás, se transmite. Mejora el aprendizaje y las relaciones sociales.</p>
	<p><i>Emoción:</i> Sorpresa</p> <p><i>Función adaptativa:</i> Exploración</p> <p><i>Descripción:</i> Es una emoción de corta duración que se produce ante algo extraño o inesperado. Hace que la atención se centre en este suceso.</p> <p><i>Utilidad:</i> Focaliza la atención y el interés.</p>
EMOCIONES NEGATIVAS	<p><i>Emoción:</i> Asco</p> <p><i>Función adaptativa:</i> Rechazo</p> <p><i>Descripción:</i> Produce sensación de repulsión o disgusto.</p> <p><i>Utilidad:</i> Rechaza o protege según el sistema de creencias del individuo.</p>
	<p><i>Emoción:</i> Ira</p> <p><i>Función adaptativa:</i> Autodefensa</p> <p><i>Descripción:</i> Esta emoción sirve para expresar que estamos dispuestos a luchar ante una amenaza. Eleva la energía y su intensidad es muy variable.</p> <p><i>Utilidad:</i> Poner límites a situaciones consideradas injustas.</p>
	<p><i>Emoción:</i> Miedo</p> <p><i>Función adaptativa:</i> Protección</p> <p><i>Descripción:</i> Esta emoción se produce cuando se percibe una amenaza, real o imaginaria. El sujeto siente que tiene poca energía, en general se producen varios efectos fisiológicos: temblores, sudor, respiración agitada...</p> <p><i>Utilidad:</i> Pone en estado de alarma al sujeto y lo prepara luchar o huir.</p>
	<p><i>Emoción:</i> Tristeza</p> <p><i>Función adaptativa:</i> Produce empatía en las personas que nos rodean para que nos ayuden.</p> <p><i>Descripción:</i> Es una de las emociones que más tiempo puede durar, pudiendo llegar a la depresión. Hace que no se sienta placer realizando actividades, reduce el ánimo y las ganas.</p> <p><i>Utilidad:</i> Si se llora se libera tensión.</p>

5.2. Autoeficacia.

Además de las emociones, en los procesos de enseñanza – aprendizaje, es importante otro factor conocido como autoeficacia. La autoeficacia puede definirse como la percepción que tienen los alumnos sobre su propia capacidad para aprender o para realizar satisfactoriamente las tareas escolares (Zimmerman et al., 2005).

Según la teoría de Bandura (2011), la autoeficacia es la creencia en las capacidades de uno mismo para realizar las acciones necesarias para conseguir un objetivo. Estas creencias afectan al desempeño del individuo a nivel cognitivo, motivacional, afectivo y de toma de decisiones la percepción de la autoeficacia influye en la motivación, el esfuerzo y la resiliencia¹. Así los individuos con una percepción alta de autoeficacia y que encuentran las tareas sencillas siempre, pueden abandonar rápidamente ante la aparición de una dificultad. Mientras que aquellos que se enfrentan a retos y consiguen superarlo aumentan su percepción de autoeficacia y afrontaran los retos como una oportunidad. Por otro lado, si la percepción de la autoeficacia es baja, valoraran las dificultades como algo negativo. En el caso del alumnado, los alumnos con una percepción de autoeficacia alta suelen implicarse más en las tareas (Carrasco Ortiz & del Barrio Gándara, 2002).

La percepción de la autoeficacia se ve afectada por factores emocionales. Así, si se valora la autoeficacia en presencia de emociones positivas, esta suele ser mayor que si el sujeto presenta emociones negativas. También sucede a la inversa, si se consigue superar un reto, la percepción de la autoeficacia mejora y da lugar a emociones positivas; mientras que si no se es capaz de solucionar un problema, la percepción de la autoeficacia disminuye y se generan emociones negativas. Así pues la autoeficacia se relaciona también con la evaluación de las situaciones como positivas o negativas.

Se ha observado que existe una relación entre las emociones y el comportamiento. Esta relación es bidireccional ya que la emoción sentida puede afectar al comportamiento en una determinada situación, pero a su vez un comportamiento concreto afecta a la emoción que se experimenta.

1 En psicología: “Es el potencial humano de resistencia a situaciones traumáticas desarrollando recursos para resurgir de la adversidad con los menores daños” (Anaut, 2017, p. 20)

Algunos estudios revelan que las emociones hacia las asignaturas de Física y Química por parte de los estudiantes de secundaria suelen ser negativas. Sin embargo, en otras asignaturas de ciencias como la Biología y la Geología predominan las emociones positivas (Borrachero Cortés et al., 2016).

Es por tanto lógico preguntarse si estos sentimientos negativos son los causantes del bajo interés de los alumnos hacia las asignaturas de ciencias.

De los estudios se deduce que existe una correlación entre las emociones negativas y el bajo rendimiento escolar, lo que explicaría esta percepción de los alumnos de las asignaturas (Borrachero Cortés et al., 2016; Riding & Rayner, 2001).

5.3. Tecnologías de la Información y de la Comunicación y motivación.

En las últimas décadas el acceso a las Tecnologías de la Información y de la Comunicación se ha generalizado. Es raro encontrar a alguien que no tenga acceso a un teléfono móvil, una tableta o un ordenador. El uso cotidiano de estas tecnologías ha propiciado que nuestra sociedad sea bombardeada continuamente con noticias y anuncios, llegando a denominarla como la sociedad de la información.

Las TIC forman parte de la vida de los alumnos, a los cuales se les ha dado la denominación de nativos digitales por haber nacido en una época altamente informatizada. Sin embargo, el estar rodeados de tecnología no implica necesariamente tener unas dotes innatas para su manejo. En muchos casos, los jóvenes conocen el uso de programas y redes pero adolecen de alfabetización mediática e informacional. El acceso a las tecnologías no es suficiente si no hay un pensamiento crítico y un uso responsable de las mismas (Medina Cambrón & Ballano Macías, 2015).

Es por esto que entre las competencias básicas del currículo se incluye la competencia digital (BOE, 2015a, p. 6995) siendo ésta definida como:

“La competencia digital es aquella que implica el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación para alcanzar los objetivos relacionados con el trabajo, la empleabilidad, el aprendizaje, el uso del tiempo libre, la inclusión y participación en la sociedad.”

Se aconseja así mismo que la adquisición de la competencia digital sea una actividad transversal y que no quede relegada a las asignaturas específicas como la robótica o la informática, si no que se aborde desde un punto interdisciplinar.

La Comisión Europea ha establecido un marco para el desarrollo de las competencias digitales de los ciudadanos que queda recogido en su informe DigComp 2.1 (Carretero et al., 2017).

En él se establecen cinco áreas competenciales que deben desarrollarse para mejorar la competencia digital. Estas cinco áreas son:

1. Información y alfabetización informacional.

Comprende la búsqueda, filtrado y evaluación de información, así como su almacenamiento y recuperación. No se trata sólo de procesar la información, sino de crear un pensamiento crítico que permita discriminar el valor y la veracidad de la misma.

2. Comunicación y colaboración.

Comprende la interacción mediante las TIC, conocer las normas de comportamiento en red y saber gestionar la identidad digital.

3. Creación de contenidos digitales.

No sólo comprende la creación o modificación de contenidos digitales, también abarca el conocimiento de las licencias y derechos de autor que limitan el uso posterior de ciertos contenidos para elaboraciones propias.

4. Seguridad.

Esta área no sólo trata de la seguridad de la información y de los dispositivos. También abarca el estudio de la protección de la salud de los usuarios, mediante buenas prácticas y la protección ambiental mediante el estudio del impacto de las nuevas tecnologías en el mismo.

5. Resolución de problemas.

Comprende la resolución de problemas técnicos, pero también el aprender a discernir necesidades y lagunas en la competencia digital.

Desde el punto de vista docente de asignaturas como la Física y la Química las áreas 1 y 3 son las que se suelen abordar.

También hay que tener en cuenta que en general las TIC en las asignaturas de ciencias en el aula suelen utilizarse como apoyo de las lecciones, teniendo en cuenta lo establecido en el Currículo.

En concreto en el caso de la asignatura de Física y Química el desarrollo de la competencia digital se considera fundamental en tres aspectos (BOCM, 2015):

1. Uso de aplicaciones virtuales interactivas para realizar experiencias prácticas inviables de otra manera.
2. Desarrollo del espíritu crítico por parte de los alumnos. Puesto que las TIC permiten el acceso a grandes cantidades de información es necesario que aprendan a filtrarla y ordenarla por relevancia.
3. Desarrollo del aprendizaje autónomo de los alumnos mediante elaboración y defensa de trabajos.

Existen algunos estudios que muestran el efecto positivo de introducir las TIC en la enseñanza en asignaturas como la Química, haciendo énfasis en su la utilidad del uso de simuladores cuando no es posible realizar experimentos en el laboratorio (Zendler & Greiner, 2020).

Sin duda, es fácil entender la utilidad de los recursos digitales para mostrar a los alumnos aspectos de la realidad que difícilmente podrían observar de otra manera. Ya hemos comentado algunos ejemplos como objetos de pocas micras, modelos del sistema solar, o procesos que por ser muy rápidos o muy lentos (como ver crecer una planta) no se pueden ver en tiempo real.

Al plantear la actividad docente, en general, se sigue pensando en un uso instrumental de las mismas.

Por ello es interesante reflexionar sobre el potencial efecto motivacional que pueden tener las TIC en los alumnos.

Como hemos mencionado, las TIC forman parte de la vida cotidiana de los estudiantes. En el estudio PISA del año 2009 (Instituto de Evaluación, 2011) se realizó un informe sobre tecnología digital y desempeño, (en el último estudio PISA se ha vuelto a realizar el estudio sobre la competencia digital, los datos no están aún disponibles).

El primer dato a destacar es que el 91,3% de los estudiantes españoles tenían al menos un ordenador en casa, en el caso de los estudiantes de familias de bajo poder económico el porcentaje alcanzaba el 81%. Además el 84% contaba con conexión a internet, este dato se reducía a un 66,4% en estudiantes de familias con pocos recursos.

En cuanto a las escuelas, el 89,7% de los estudiantes afirmaron tener acceso a un ordenador en la escuela y un 90,4 tener acceso en la escuela a internet.

Como se desprende de estos datos, la mayoría de los alumnos tiene acceso a las TIC por lo que pueden suponer un gran recurso en los procesos de enseñanza – aprendizaje.

Si nos centramos en el uso que hacen los adolescentes de internet, está generalmente asociado a actividades de ocio (pasar el rato, escuchar música, ver películas, relacionarse con amigos) cuando están fuera del ambiente escolar. Un dispositivo que

utilizan mucho es el móvil, que en este caso está vinculado a las redes sociales y los amigos. También es interesante para ellos el uso de internet para realizar las actividades de la escuela o instituto (Sánchez Pardo, 2015).

De estos datos podemos deducir que la mayoría de los estudiantes tienen acceso a algún dispositivo digital y que lo utilizan para actividades agradables como el ocio y la socialización. Por lo que tendrán una predisposición positiva hacia las nuevas tecnologías.

Desde que se implantó el sistema de competencias se está realizando un esfuerzo por dotar a las escuelas e institutos de medios digitales. Es habitual que las clases cuenten ya con una pizarra digital y un ordenador. Este esfuerzo se enmarca en el Plan de acción de Educación Digital europeo (Comisión Europea, 2018) para la educación de sus ciudadanos. A nivel estatal el marco común de la competencia digital docente (INTEF, 2017), establece los distintos niveles de las habilidades digitales de los docentes.

6. Objetivos.

Los objetivos del presente trabajo son:

- Ampliar el conocimiento sobre la importancia de los aspectos emocionales en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, y concretamente de la física y la química.
- Ampliar el conocimiento sobre aplicación de las TIC en la enseñanza de la física y la química como recurso para facilitar el aprendizaje a estudiantes con dificultades o faltos de motivación.
- Conocer y analizar las emociones que experimentan un grupo de estudiantes de 3º de ESO del Programa de Mejora del Aprendizaje y el Rendimiento (PMAR), mediante un estudio de intervención antes-después (sin grupo de control). La intervención consiste en la implementación de una Unidad Didáctica de la asignatura de Física y Química, específicamente diseñada para este tipo de alumnado, y con especial hincapié en el empleo de las TIC.
- Explorar las posibles causas que originan las emociones, tanto positivas como negativas, de los estudiantes hacia los contenidos de la física y la química.

7. Metodología.

Las principales líneas de acción planteadas en este trabajo para alcanzar los objetivos descritos en el punto anterior son las siguientes:

1. Búsqueda bibliográfica de estudios e investigaciones recientes relacionados con los aspectos emocionales en los procesos de enseñanza – aprendizaje en el campo de las ciencias experimentales, específicamente en la enseñanza-aprendizaje de la física y la química. Asimismo se pretende obtener información sobre instrumentos para recabar la valoración de los estudiantes sobre las emociones que experimentan ante la asignatura de Física y Química, y sobre todo que permitan realizar un análisis exploratorio de las causas de las mismas.
2. Búsqueda bibliográfica sobre el empleo de las TIC en la enseñanza – aprendizaje de la física y la química, como por ejemplo simuladores y videos para explicar conceptos a priori complejos para los estudiantes.
3. Análisis de la información encontrada de cara a diseñar una propuesta didáctica para un grupo de estudiantes de PMAR (3ºESO) del IES Los Rosales de Móstoles (Madrid), que tenga en cuenta las dificultades de aprendizaje de estos alumnos para la asignatura de Física y Química.
4. Realizar un estudio de intervención antes-después sin grupo control. Para ello se utilizará un cuestionario de tal manera, que se realizará un «pre-test», con el fin de identificar la valoración de las emociones de los estudiantes antes de la intervención didáctica, para que después de ésta se vuelva a pasar el cuestionario «post-test» y comparar, de este modo, los resultados en los dos momentos.

La primera acción, revisión de la literatura, ha permitido establecer el adecuado marco teórico (ver punto 4) así como seleccionar los instrumentos para la recogida y análisis de datos (ver punto 7.3 y 7.4). Gracias a la segunda y tercera acción se ha elaborado una propuesta didáctica (ver punto 7.2) y finalmente se ha procedido con la realización del estudio antes-después, véase apartados 8, 9 y 10,

7.1. Caracterización de la muestra.

La muestra de estudio es un grupo “intacto”. Se trata de la clase de II PMAR, nivel correspondiente a 3º de la ESO, del instituto público de Los Rosales (Móstoles, Madrid).

Son 13 alumnos de entre 15 y 16 años, de ellos 6 son mujeres y 7 hombres (figura 4). Hay 2 alumnos TDAH² y 1 alumno TDA³.



Figura 4. Composición de la muestra de estudio.

7.2. Diseño e implementación de la propuesta didáctica.

La intervención didáctica sobre “la estructura atómica” con un total de 11 sesiones, véase tabla 4, se llevó a cabo en tres fases diferenciadas: de apertura o inicio, desarrollo y cierre. Los estudiantes previamente al inicio de la secuencia establecida rellenaron el cuestionario sobre emociones. Una de las particularidades de esta intervención es que no se utilizó en ningún momento el libro de texto como recurso didáctico. Los fundamentos teóricos se trabajaron con ayuda de una presentación elaborada con Microsoft Powerpoint, que se proyectó en una pizarra digital visible para todos los estudiantes. Utilizando la pizarra tradicional como apoyo para la resolución de dudas de los alumnos; así como, para la corrección de ejercicios. Se hizo especial hincapié en la resolución de ejercicios por parte de los alumnos.

-
- 2 TDAH: Trastorno por déficit de atención con hiperactividad. El TDAH está caracterizado por conductas y síntomas relativos a la falta de atención, la hiperactividad y la impulsividad que aparecen con una intensidad y frecuencia no habitual en niños del mismo nivel de desarrollo edad y sexo.

El déficit de atención se manifiesta en: Falta de atención a los detalles, falta de concentración, dificultad para seguir normas e instrucciones, desorden en el trabajo, olvidan y extravían objetos que les son necesarios, cambian de actividad con frecuencia, entre otras.

La hiperactividad e impulsividad se manifiesta en: movimiento continuo, hablar continuamente, interrumpen a los demás, impaciencia para esperar su turno, contestan antes de terminar de formular la pregunta, conductas inapropiadas para el momento o lugar como correr o saltar.

- 3 TDA: Trastorno por déficit de atención. Puede considerarse un subtipo del TDAH en el que sólo se presentan los síntomas y conductas relacionados con el déficit de atención.

Ambos trastornos pueden dar lugar a problemas cognitivos, del lenguaje, de tipo motriz, de rendimiento escolar, de tipo emocional y social (Alsina Masmitj, 2015).

Tabla 4. Temporalización de la unidad didáctica.

Fases	Sesiones	Tiempo (h)	Contenidos y actividades
INICIO	1	0,5	Cuestionario de concepciones alternativas. Actividad RDR
	1	0,5	Introducción a la estructura atómica, la escala.
DESARROLLO	2	2	Modelos atómicos: Demócrito, Dalton, Thomson, Rutherford y Bohr. Diferencia entre átomo y molécula, elemento y compuesto. Introducción al espectro electromagnético y radiactividad.
	3	1	Concepto de número másico y atómico. Notación A_ZX . Actividad: Concurso.
	4	2	Isótopos y radiactividad. Isótopos y sociedad Actividad: Construcción de átomos (simulador)
	5	1	Iones. Actividad: Construcción de iones (simulador) Actividad: Rellenar la tabla con el número de partículas subatómicas correspondiente e identificar las parejas de isótopos.
	6	2	Configuración electrónica. Diagrama de Moeller y principio de Aufbau Actividad: Configuración electrónica (ejercicio interactivo). Actividad: Escribir la configuración electrónica y dibujar un esquema de los átomos.
	7	1	Enfoque histórico de la ordenación de los elementos. Introducción de la tabla periódica.
	8	2	Propiedades de los elementos y relación con la posición en la tabla periódica.
CIERRE	9	1	Esquema del tema. Actividad: Unir el dibujo con el nombre del modelo atómico. Identificar a partir de la notación ${}^A_ZX^{n\pm}$ átomos neutros, cationes aniones e isótopos
	10	2	Repaso de la unidad didáctica. Cuestionario de concepciones alternativas.
	11	1,5	Evaluación de la unidad didáctica: Prueba escrita.

Como actividades de inicio, además de completar un cuestionario sobre concepciones alternativas, se realizó una actividad del tipo Respuesta – Debate – Reflexión (RDR) adaptada del trabajo de (Ezquerro, 2012) sobre la composición de la materia, tanto orgánica como inorgánica.

En la fase de desarrollo se implementaron las TIC en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Entre las actividades que se propusieron a los alumnos, en el anexo II se lista todos los materiales y recursos didácticos empleados, se encuentran:

- El visionado del video sobre la explicación del concepto de átomo de Demócrito de Abdera. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=gvlcnNbxRdo>
- La visualización de los distintos modelos atómicos. Disponible en: http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esofisicaquimica/4quincena8/4q8_index.htm.
- La simulación del experimento de Rutherford utilizando el simulador del phet de Colorado. Disponible en: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/rutherford-scattering>.
- La construcción de átomos, iones e isótopos a partir de partículas subatómicas utilizando un simulador. Disponible en: https://phet.colorado.edu/sims/html/isotopes-and-atomic-mass/latest/isotopes-and-atomic-mass_es.html
- Realización de una actividad interactiva para aplicar los conocimientos sobre la configuración electrónica. Disponible en: <http://www.educaplus.org/game/configuracion-electronica>.
- El estudio de la tabla periódica y los elementos con el apoyo de una tabla periódica interactiva. Disponible en: <https://www.ptable.com/?lang=es>

Otra actividad propuesta fue un concurso de interpretación de la notación científica A_ZX , que se realizó mediante aprendizaje colaborativo. Entre otras ventajas se ha observado (Muñoz-Osuna et al., 2014) que el método colaborativo permite incentivar la cohesión entre los alumnos y su autoestima, mientras trabajan juntos para lograr un objetivo común. Para la realización de la actividad, la clase se dividió en grupos de 3 o 4 personas. Los integrantes de cada grupo los eligieron los alumnos. Un miembro de cada grupo salió a la pizarra en cada turno. El profesor, haciendo la función de mano inocente, sacó de una caja un papel en el que estaba anotado un elemento A_ZX y lo apuntó en la pizarra. Los concursantes debían anotar el número de neutrones, protones y electrones del átomo en cuestión. El alumno que menos tiempo tardaba en realizar la tarea ganaba la ronda y el punto para su equipo.

En la fase de desarrollo también se realizaron ejercicios tradicionales. Según la dinámica utilizada para su resolución, podemos distinguir tres tipos de ejercicios:

- Ejercicios propuestos durante las sesiones a toda la clase. Tras proponer el ejercicio, se dejaba tiempo a los alumnos para resolverlos; pudiendo preguntar a sus compañeros más cercanos y al profesor. Una vez que el alumnado terminaba el ejercicio, un alumno salía a la pizarra a exponer su solución. Después se producía la corrección y la resolución de dudas por parte del profesor.
- Ejercicios propuestos durante las sesiones en la pizarra. Se proponía un ejercicio en la pizarra y un alumno lo resolvía. Corrigiendo, el profesor, los errores y resolviendo las dudas posteriormente.
- Ejercicios propuestos para la realización en casa. Un alumno resolvía el ejercicio en la pizarra, pasándose a la fase de corrección y resolución de dudas.

La participación de los alumnos fue alta, siendo en su mayoría alumnos voluntarios los que salían a corregir los ejercicios.

Finalmente los alumnos rellenaron nuevamente el cuestionario de valoración de emociones, rellenando esta vez también el apartado sobre las posibles causas de estas emociones.

7.3. Instrumento de recogida de datos.

Tras una revisión bibliográfica, se seleccionó el cuestionario sobre la componente emocional propuesto por Borrachero (2015), el cual puede consultarse en el Anexo I.

La encuesta anónima se divide en tres partes:

- La primera parte trata sobre datos personales, en concreto el sexo y la edad de los alumnos.
- La segunda parte es una pregunta sobre la percepción que tienen los alumnos sobre su nivel de motivación al estudiar la asignatura. Esta pregunta se evalúa en una escala del 0 (nada) a 10 (Totalmente motivado)
- La tercera parte del cuestionario trata sobre las emociones que tienen al estudiar la asignatura. Se pregunta a los alumnos por la frecuencia con la que sienten las 18 emociones seleccionadas: alegría, confianza, felicidad, admiración, tranquilidad, satisfacción, entusiasmo, sorpresa y diversión, preocupación, vergüenza, ansiedad, miedo, asco, tristeza, enfado, aburrimiento y nerviosismo. La evaluación de esta pregunta se realiza mediante una escala tipo Likert de 0 a 5. Los valores a los que corresponde cada número se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Valores de la escala Likert.

0	1	2	3	4	5
Nunca	Casi nunca	Con poca frecuencia	Con frecuencia	Casi siempre	Siempre

En una segunda parte del cuestionario se pregunta por las posibles causas de las emociones dividiendo estas causas en tres grupos: aquellas debidas al profesor, a la asignatura y a la actitud del estudiante (Borrachero Cortés, 2015).

Entre las causas debidas al profesor se contemplan la metodología, la actitud y el sistema de evaluación.

Entre las causas debidas a la asignatura se contemplan como causas el contenido teórico, la resolución de problemas y las actividades prácticas.

Entre las causas debidas al estudiante se contemplan como causas los resultados anteriores en la asignatura, la capacidad para aprender la asignatura y la motivación.

En el cuestionario se pregunta tanto por las causas de las emociones positivas como negativas. Esta sección también es evaluada mediante la escala Likert mencionada en la tabla 5.

7.4. Instrumentos de análisis de datos.

Una vez completados los cuestionarios por todos los alumnos, éstos fueron procesados y analizados mediante la aplicación informática Statistical Package Social Sciences (SPSS) versión 25 y la hoja de cálculo Microsoft Excel versión 14.0.

En un primer lugar se ha analizado la voluntad y esfuerzo ante el estudio de los estudiantes, teniendo en cuenta, a pesar de la limitación del tamaño de la muestra, también el género. A continuación, se han identificado las emociones y las posibles causas que las producen, tal y como reportaron los estudiantes de 3º ESO (PMAR) antes y después de la intervención didáctica. Se han realizado pruebas de normalidad de Kolmogorov–Smirnov y Shapiro–Wilk y posteriormente, se llevaron a cabo análisis de comparación de medias con la prueba U de Mann–Whitney. El nivel de significación en todas las pruebas fue de $\alpha = 0,05$.

Para la representación gráfica de los datos se han utilizado, entre otras, la representación de caja y bigotes. En la figura 5 aparecen indicadas las magnitudes representadas en estas gráficas. Como se puede ver los extremos de los bigotes representan los valores mínimos y máximos de la serie, la caja representa el rango en el que se encuentra el 50% de los datos, la mediana representada por una línea más gruesa corresponde al valor que deja por encima y por debajo el 50% de los datos. Los datos cuyos valores se alejan 3

veces la desviación típica del resto de los valores se consideran valores atípicos y aparecen representados como datos aislados.

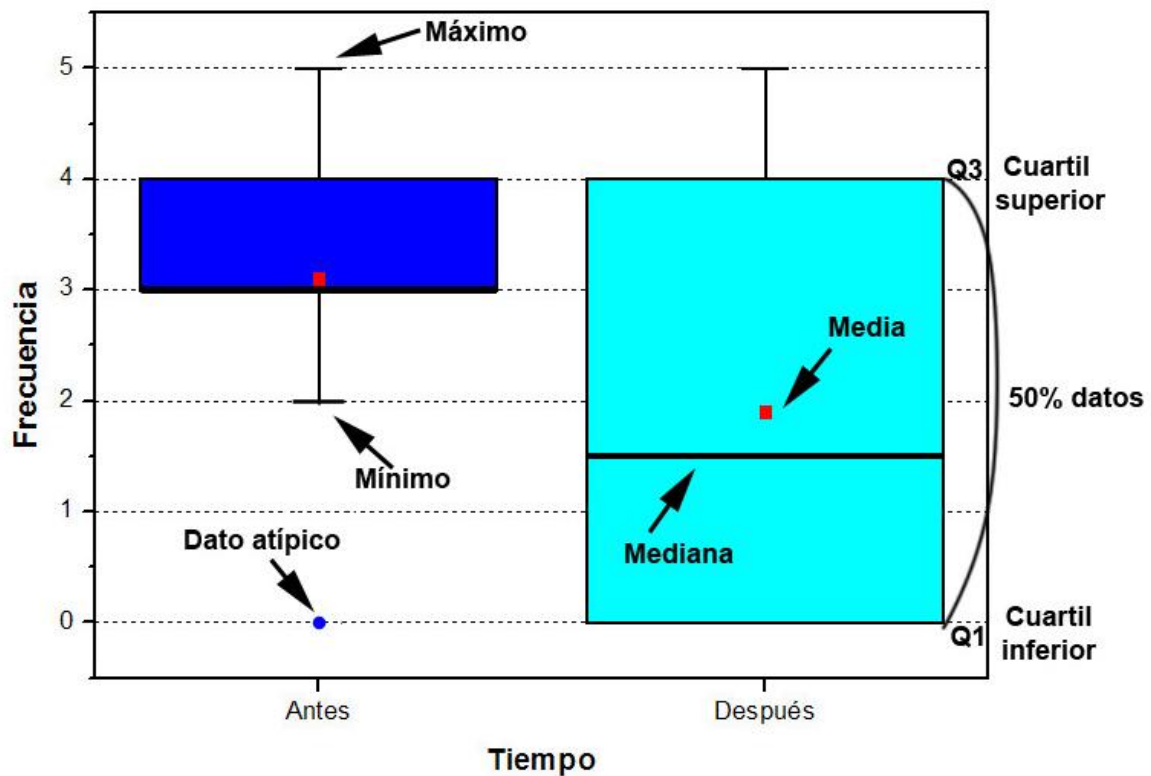


Figura 5. Cómo interpretar una gráfica de caja y bigotes.

8. Resultados.

8.1. Voluntad de estudio o esfuerzo de los estudiantes.

En la tabla 6 se recogen los estadísticos descriptivos relativos a la voluntad o esfuerzo realizado por los alumnos en el estudio de la unidad didáctica abordada.

La voluntad de estudio aumentó en el grupo de un valor medio de 5,90 a 6,30. Si se analiza por género; se observa que el esfuerzo aumentó en el caso de los hombres de 5,33 a 6,17. Sin embargo, en el caso de las mujeres se produjo una disminución del esfuerzo de 6,75 a 6,50.

Tabla 6. Estadísticos descriptivos de la voluntad o esfuerzo de estudio antes y después de la intervención, de manera global y según el género.

Grupo				Género							
				Hombre				Mujer			
Periodo	N	\bar{x}	sd	Periodo	N	\bar{x}	sd	Periodo	N	\bar{x}	sd
Antes	10	5,90	2,08	Antes	6	5,33	2,42	Antes	4	6,75	1,26
Después	10	6,30	1,34	Después	6	6,17	1,72	Después	4	6,50	0,58

Valoración mínima/máxima: 1/10. N: Frecuencia de sujetos, \bar{x} : Frecuencia media, sd: Desviación típica

Con el objetivo de conocer si existen diferencias en cuanto antes y después de la intervención, considerando los datos de los 10 sujetos sin distinción del género, se procedió primeramente a estudiar si estos datos se ajustaban a los supuestos de normalidad mediante los estadísticos Kolmogorov–Smirnov y de Shapiro–Wilk, y teniendo en cuenta que los p-valores eran superiores a 0,05 no podía aceptarse dicha hipótesis. Por tanto, se continuó con, un análisis mediante la prueba no paramétrica U de Mann–Whitney, encontrándose que no hay diferencias significativas en cuanto a la valoración de la voluntad y/o esfuerzo antes y después de la intervención didáctica ($p=1,00 > 0,05$).

8.2. Emociones experimentadas por los alumnos del estudio en el aprendizaje de física y química.

Respecto a las emociones que genera en los alumnos el estudio de la asignatura, los resultados para el total del grupo se recogen en la tabla 7.

Se observa que la emoción predominante respecto a la asignatura antes de la intervención didáctica es el aburrimiento, con un valor promedio de 4,10; superando en un punto a la segunda, el asco, con un valor promedio de 3,10. La frecuencia de ambas emociones disminuyó tras la intervención didáctica, situándose las valoraciones en 2,90 y 1,90 respectivamente. Después de la intervención didáctica el valor promedio más alto lo obtienen tres emociones: la alegría, la preocupación y el aburrimiento, con un valor de 2,90.

Por otro lado, la emoción menos frecuente antes de la intervención didáctica es la vergüenza con un valor promedio de 0,60 que se duplicó tras dicha intervención. Aún con un valor promedio de 1,20 esta emoción, junto con la tristeza, fueron las catalogadas como menos frecuentes tras la intervención didáctica.

Tabla 7. Estadísticos descriptivos de la valoración de las emociones antes y después de la intervención.

Emociones		Antes			Después		
		N	\bar{x}	sd	N	\bar{x}	sd
POSITIVAS	Alegría	10	2,00	1,63	10	2,90	1,37
	Confianza	10	1,90	1,20	10	2,10	0,88
	Felicidad	10	1,50	1,27	10	2,50	1,72
	Admiración	9	1,56	1,13	10	2,50	1,58
	Tranquilidad	10	2,10	1,79	9	2,78	1,92
	Satisfacción	10	2,00	1,41	10	1,40	0,97
	Entusiasmo	10	1,50	1,65	10	1,50	1,27
	Sorpresa	10	1,10	1,45	10	1,70	1,70
	Diversión	10	1,50	1,35	10	1,90	1,10
NEGATIVAS	Preocupación	10	2,60	1,27	10	2,90	1,60
	Vergüenza	10	0,60	0,84	10	1,20	1,40
	Ansiedad	10	1,10	1,45	10	1,30	1,83
	Miedo	10	1,90	1,52	10	1,50	1,65
	Asco	10	3,10	1,37	10	1,90	1,97
	Tristeza	10	1,90	1,66	10	1,20	1,03
	Enfado	10	2,10	1,79	10	1,30	1,57
	Aburrimiento	10	4,10	0,99	10	2,90	1,52
	Nerviosismo	10	1,60	1,35	10	1,40	1,71

Valoración mínima/máxima: 0/5. N: Frecuencia de sujetos, \bar{x} : Frecuencia media, sd: Desviación típica

Como no se puede aceptar que todas las distribuciones de las valoraciones de los estudiantes siguen una distribución normal mediante las pruebas de Kolmogorov–Smirnov y de Shapiro–Wilk (p -valores $<0,05$), mediante la prueba U de Mann–Whitney se constata que no hay diferencias significativas (p -valor $<0,05$) en las emociones experimentadas antes y después de la intervención.

Centrándonos en la variación de las frecuencias medias de cada una de las emociones, podemos observar que en el caso de las emociones positivas aumentan la alegría, la confianza, la felicidad, la admiración, la tranquilidad, la sorpresa y la diversión.

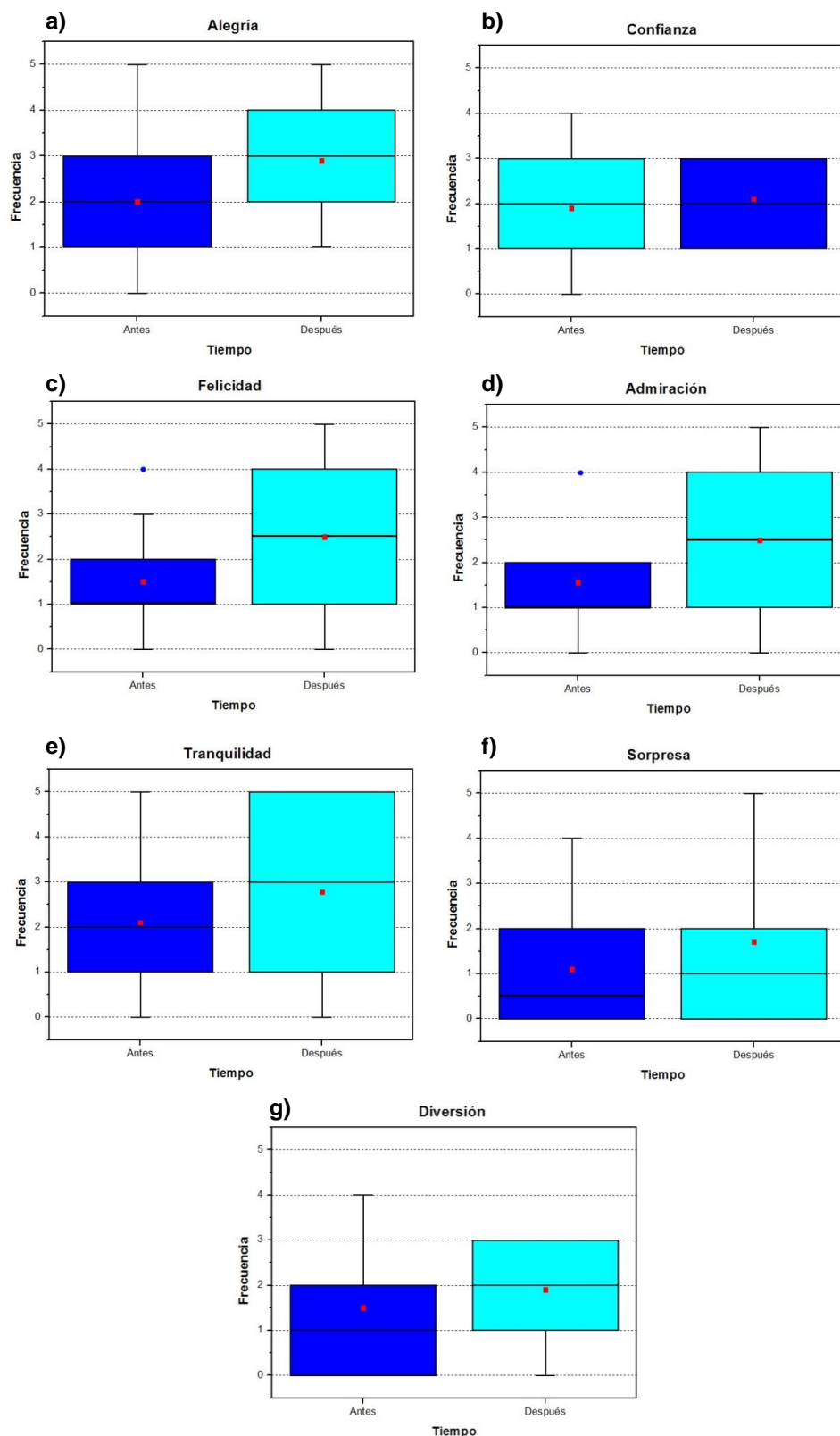


Figura 6. Emociones positivas que aumentan.

Como se puede apreciar en la figura 6, antes de la intervención didáctica había estudiantes que no experimentaban alguna de las emociones (valoración 0) en el estudio de la Química, lo que no sucede tras la intervención, excepto para la emoción sorpresa.

En el caso de la alegría (figura 6a), la confianza (figura 6b) y la diversión (figura 6g) el rango de valores de frecuencias ha disminuido respecto a los iniciales. En el caso de la tranquilidad (figura 6e) el rango se mantiene, obteniéndose valoraciones desde el 0 al 5 y felicidad (figura 6c), admiración (figura 6d) y sorpresa (figura 6f) aumenta. En el caso de la felicidad y la admiración antes las valoraciones de mayor frecuencia constituían valores atípicos, cosa que no sucede después de la intervención didáctica. Señalar asimismo, que solamente la sorpresa es poco o nada frecuente para el 75% de los alumnos. En el caso del resto de las emociones mencionadas al menos el 50% de los estudiantes las calificó como algo frecuente.

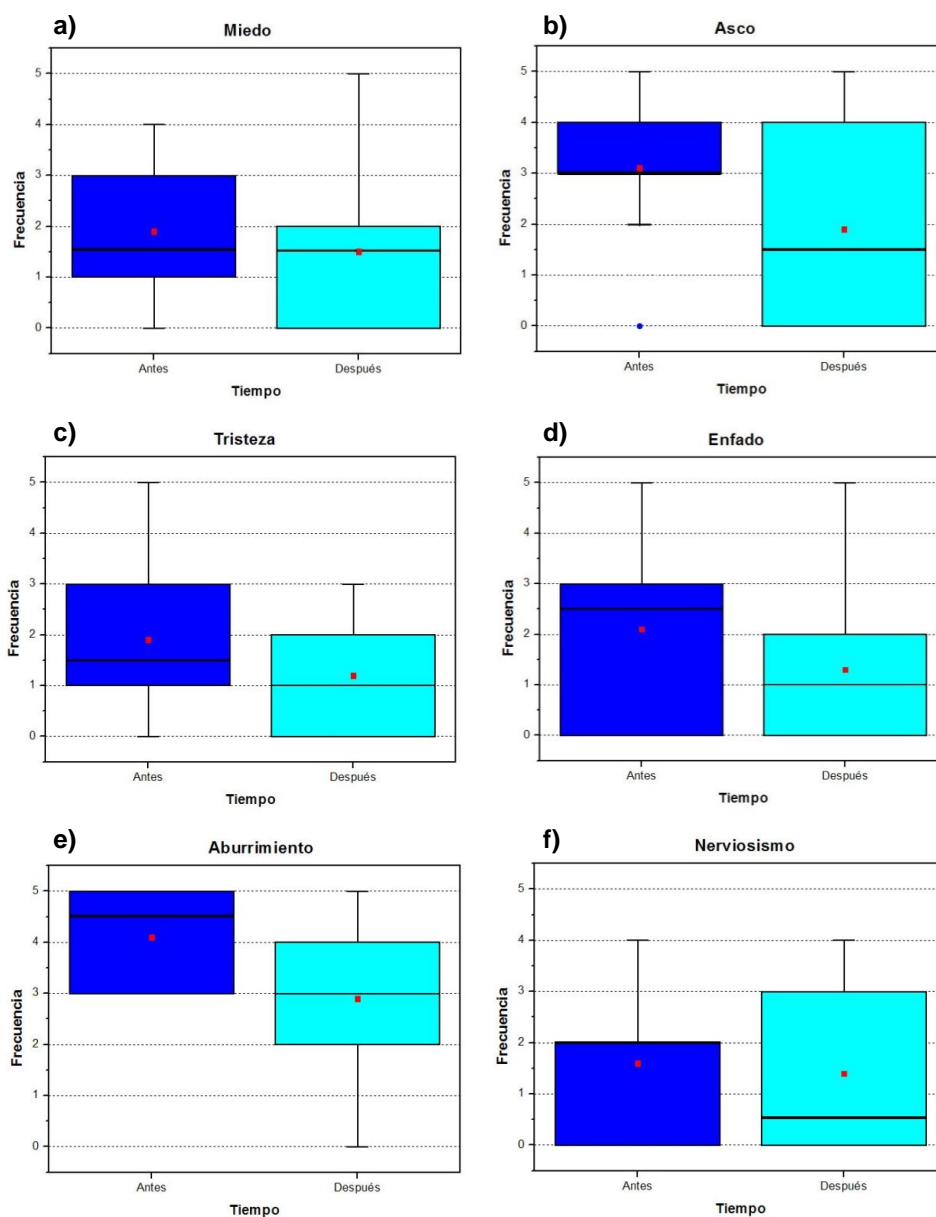


Figura 7. Emociones negativas que disminuyen.

Las emociones negativas que disminuyeron son el asco, la tristeza, el enfado, el aburrimiento y el nerviosismo (figura 7). En este caso la mayoría de los rangos de valoración se ampliaron (figura 7a, b, d y f) tras la intervención didáctica. Exceptuando el caso de la tristeza (figura 7c) en el que se redujo restringiéndose a puntuaciones entre 0 y 3. En todos los casos al menos el 50% de los estudiantes refirió que estas emociones eran poco frecuentes tras la intervención didáctica. El único caso en el que la emoción siguió siendo frecuente fue en el del aburrimiento (figura 7e).

El entusiasmo fue la única emoción que no varió su frecuencia promedio tras la intervención didáctica. Sin embargo el aumento de la mediana (figura 8) de 1,00 a 2,00 y la disminución de la posición del tercer cuartil indican una disminución de la frecuencia de esta emoción entre los estudiantes.

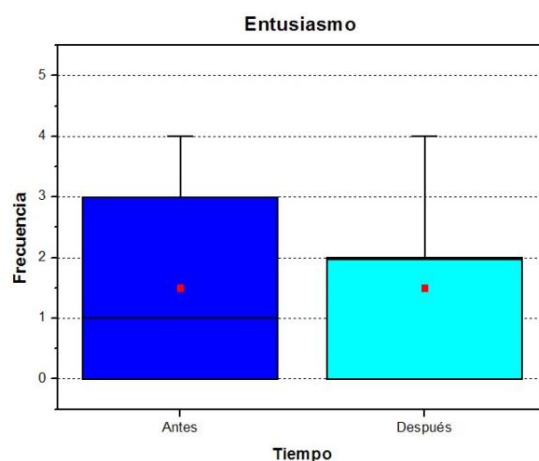


Figura 8. Emociones que no variaron su frecuencia promedio.

La única emoción positiva que disminuyó a nivel de grupo fue la satisfacción, tanto en valor promedio, como en el rango de valores (pasó a valores entre 0 y 3). Valorando el 75% de los alumnos que esta emoción era entre poco y nada frecuente.

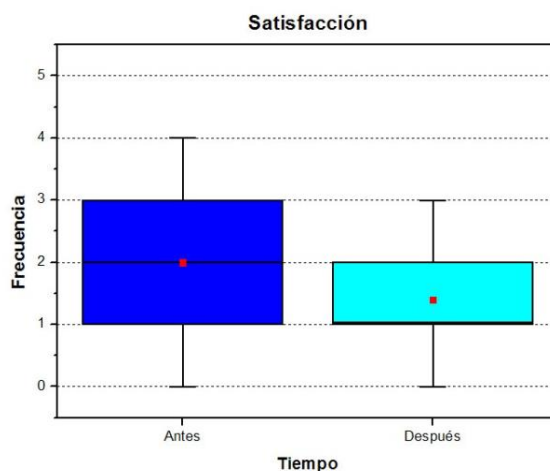


Figura 9. Emociones positivas que disminuyeron.

Por su parte aumentó la frecuencia de emociones negativas como preocupación y vergüenza y ansiedad (figura 10). En todos los casos el rango de las valoraciones se amplió respecto a la inicial. En el caso de la vergüenza (figura 10b) y la ansiedad (figura 10c) el 75% de los estudiantes la consideraron poco o nada frecuente. En el caso de la preocupación se observa un aumento en el rango de las valoraciones que abarcan todas las frecuencias. Aunque el valor promedio aumenta, se observa un descenso en el valor de la mediana de medio punto.

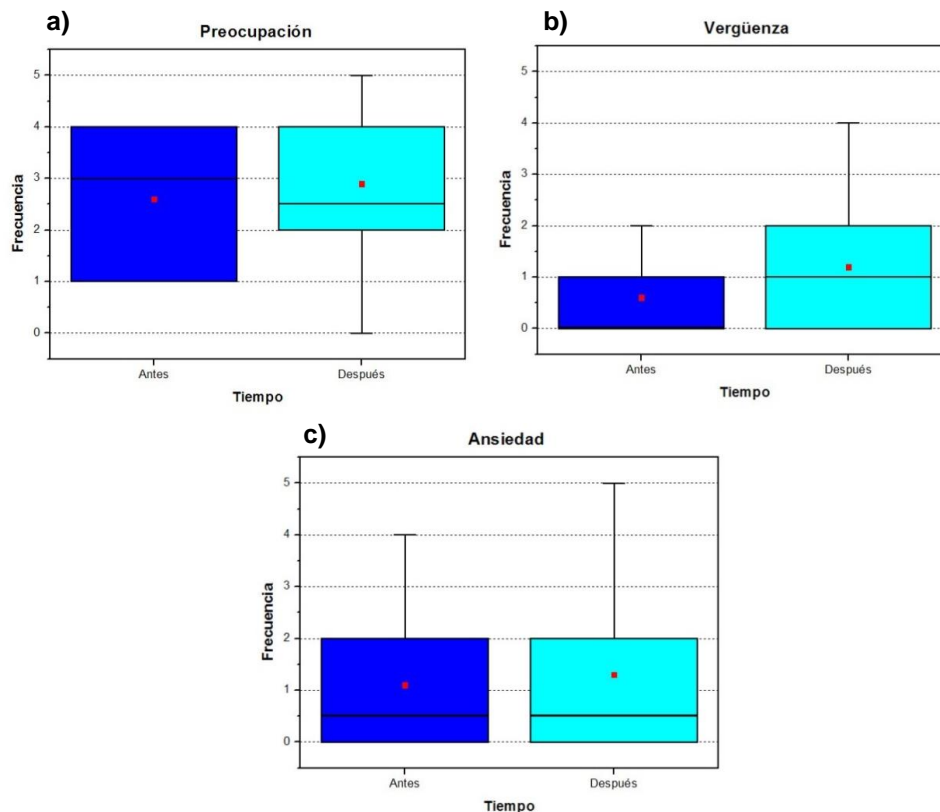


Figura 10. Emociones negativas que aumentaron.

Emociones de los estudiantes según el género

A pesar del pequeño tamaño de la muestra se han analizado los datos por género, véanse tabla 8 y 9. Respecto a las emociones de los estudiantes de género masculino se observa que la emoción predominante antes de la intervención didáctica era el aburrimiento, frecuencia media 4,50; tras las actividades planteadas esta frecuencia descendió hasta un valor de 2,83 y la emoción más frecuente entre los varones pasó a ser la alegría con un valor promedio de 3,33. Por otra parte la emoción menos frecuente entre los estudiantes varones antes de la intervención era la vergüenza con un valor promedio de 0,33, esta emoción aumentó de frecuencia hasta un valor promedio de 1,00

pasando la ansiedad a ser la emoción con menor frecuencia entre los hombres con un valor promedio de 0,50 al final del estudio. Las emociones que más variaron entre los hombres fueron el aburrimiento y el miedo con un descenso de 1,67 puntos, seguidas del asco y el enfado, que también descendieron 1,66 puntos. La emoción positiva que más varió fue la tranquilidad con un aumento de 1,53 puntos.

Entre los varones las emociones positivas aumentaron de frecuencia a excepción de la satisfacción que sufrió un descenso de una frecuencia de 2,00 a 1,67 de valor promedio. En el caso de las emociones negativas descendieron a excepción de la vergüenza que paso de una frecuencia media de 0,33 a 1,00.

Tabla 8. Estadísticos descriptivos de la valoración de las emociones según el género “antes”.

			Hombre			Mujer		
			N	\bar{x}	sd	N	\bar{x}	sd
ANTES	Positivas	Emociones						
		Alegría	6	2,17	1,94	4	1,75	1,26
		Confianza	6	1,83	1,47	4	2,00	0,82
		Felicidad	6	1,50	1,38	4	1,50	1,29
		Admiración	6	1,83	1,17	3	1,00	1,00
		Tranquilidad	6	1,67	1,86	4	2,75	1,71
		Satisfacción	6	2,00	1,41	4	2,00	1,63
		Entusiasmo	6	1,00	1,55	4	2,25	1,71
		Sorpresa	6	1,00	1,55	4	1,25	1,50
		Diversión	6	1,50	1,64	4	1,50	1,00
	Negativas	Preocupación	6	2,83	1,47	4	2,25	0,96
		Vergüenza	6	0,33	0,52	4	1,00	1,15
		Ansiedad	6	0,83	1,17	4	1,50	1,91
		Miedo	6	2,50	1,38	4	1,00	1,41
		Asco	6	2,83	1,47	4	3,50	1,29
		Tristeza	6	2,00	1,41	4	1,75	2,22
		Enfado	6	2,33	2,07	4	1,75	1,50
		Aburrimiento	6	4,50	0,84	4	3,50	1,00
		Nerviosismo	6	1,50	0,84	4	1,75	2,06

Tabla 9. Estadísticos descriptivos de la valoración de las emociones según el género “después”.

		Hombre			Mujer			
		Emociones	N	\bar{x}	sd	N	\bar{x}	sd
DESPUÉS	Positivas	Alegría	6	3,33	1,51	4	2,25	0,96
		Confianza	6	2,00	0,89	4	2,25	0,96
		Felicidad	6	2,83	1,94	4	2,00	1,41
		Admiración	6	2,83	1,72	4	2,00	1,41
		Tranquilidad	5	3,20	2,05	4	2,25	1,89
		Satisfacción	6	1,67	1,21	4	1,00	0,00
		Entusiasmo	6	1,33	1,03	4	1,75	1,71
		Sorpresa	6	1,67	1,86	4	1,75	1,71
		Diversión	6	1,83	1,17	4	2,00	1,15
	Negativas	Preocupación	6	2,17	1,33	4	4,00	1,41
		Vergüenza	6	1,00	1,55	4	1,50	1,29
		Ansiedad	6	0,50	0,84	4	2,50	2,38
		Miedo	6	0,83	0,98	4	2,50	2,08
		Asco	6	1,17	1,60	4	3,00	2,16
		Tristeza	6	0,67	0,82	4	2,00	0,82
		Enfado	6	0,67	0,82	4	2,25	2,06
		Aburrimiento	6	2,83	1,72	4	3,00	1,41
		Nerviosismo	6	1,17	1,60	4	1,75	2,06

Los datos para los estudiantes de género femenino indican que las emociones más frecuentes antes y después de la intervención didáctica eran el asco y el aburrimiento, frecuencia promedio 3,50 antes y 3,00 después. La emoción menos frecuente antes del estudio era la admiración cuyo valor pasó de 1,00 a 2,00, siendo la emoción menos frecuente al final del estudio la satisfacción que disminuyó en promedio de 2,00 a 1,00.

La variación de mayor magnitud en el caso de las mujeres fue el aumento de la preocupación en 1,75 pasando de un valor promedio de 2,25 a 4,00. Para este subgrupo las emociones positivas que aumentaron de frecuencia fueron la alegría, la confianza, la felicidad, la admiración, la sorpresa y la diversión, mientras que la tranquilidad, la satisfacción y el entusiasmo disminuyeron. En cuanto a las emociones negativas

aumentaron de frecuencia exceptuando el nerviosismo cuyo valor promedio se mantuvo (1,75) y el aburrimiento y el asco que como hemos mencionado bajaron de frecuencia.

Al comparar los valores de los hombres con los de las mujeres se observa que antes de la intervención los valores de felicidad, satisfacción y diversión son iguales para ambos. Los hombres reportan una mayor frecuencia promedio de alegría, admiración, preocupación, miedo, tristeza, enfado y aburrimiento. Mientras que las mujeres reportan una mayor frecuencia promedio de confianza, tranquilidad, entusiasmo, sorpresa, vergüenza, ansiedad, asco y nerviosismo. Después de la intervención los hombres reportan una mayor frecuencia promedio de alegría, felicidad, admiración, tranquilidad y satisfacción. Mientras que las mujeres reportan una mayor frecuencia de entusiasmo, sorpresa, diversión y de todas las emociones negativas.

8.3 Causas de las emociones experimentadas por los estudiantes.

Las posibles causas que los estudiantes identificaban como instigadoras de las emociones se engloban en tres categorías: emociones causadas por el profesor, emociones experimentadas debido al contenido impartido y a las actividades desarrolladas, y emociones derivadas de las actitudes del estudiante.

Tabla 10. Estadísticos descriptivos de la valoración de las posibles causas debidas al profesor.

Causa	Tipo de emoción	Porcentaje de estudiantes (%)	\bar{x}	sd
Metodología del profesor	Positivas	100	2,80	1,55
	Negativas	20	0,50	0,71
La actitud del profesor	Positivas	80	3,00	1,41
	Negativas	40	1,75	1,71
El sistema de evaluación	Positivas	100	2,50	1,27
	Negativas	0	--	--

Valoración mínima/máxima: 0/5. \bar{x} : Frecuencia media, sd: Desviación típica

En la tabla 10 se observa que el 100% de los estudiantes consideran que la metodología y el sistema de evaluación son los responsables de sus emociones positivas, en cuanto a la causa de las emociones negativas el 40% las relaciona con la actitud del profesor, siendo el valor promedio 1,75. Por otro lado el 80% de los alumnos indica que la actitud del profesor es de las tres causas la que más afecta en sus emociones positivas, siendo el valor promedio de 3,00.

Tabla 11. Estadísticos descriptivos de la valoración de las posibles causas debidas a la asignatura.

Causa	Tipo de emoción	Porcentaje de estudiantes (%)	\bar{x}	sd
El contenido teórico de la asignatura	Positivas	100	3,90	0,74
	Negativas	20	2,00	1,41
La resolución de problemas en la asignatura	Positivas	90	3,67	1,22
	Negativas	10	0,00	0,00
Las actividades prácticas realizadas	Positivas	80	2,88	1,24
	Negativas	40	0,75	1,50

Valoración mínima/máxima: 0/5. \bar{x} : Frecuencia media, sd: Desviación típica

Respecto a las causas relacionadas con la asignatura (tabla 11), el factor que más influye es el contenido de la asignatura, valor promedio 3,90 en el caso de las emociones positivas y 2,00 en el caso de las emociones negativas. Por otro lado, tanto la resolución de problemas como las actividades prácticas reciben puntuaciones bajas como causa de las emociones negativas, 0,00 y 0,75 respectivamente.

Tabla 12. Estadísticos descriptivos de la valoración de las posibles causas debidas a la actitud del estudiante.

Causa	Tipo de emoción	Porcentaje de estudiantes (%)	\bar{x}	sd
Los resultados académicos obtenidos con anterioridad en la asignatura	Positivas	80	4,00	0,93
	Negativas	30	0,67	0,58
Capacidad para aprender la asignatura	Positivas	90	3,22	1,39
	Negativas	30	1,67	1,15
Motivación por aprender la asignatura	Positivas	80	2,38	1,60
	Negativas	40	1,50	1,00

Valoración mínima/máxima: 0/5. \bar{x} : Frecuencia media, sd: Desviación típica

Finalmente en la tabla 12 se recogen las valoraciones correspondientes a la actitud debida al estudiante. La causa con un mayor valor promedio para las emociones positivas son los resultados académicos anteriores, frecuencia promedio de 4,00. Mientras que en el caso de las emociones negativas la causa con mayor puntuación es la capacidad de aprender la asignatura, frecuencia promedio de 1,67.

9. Discusión de los resultados.

9.1. Voluntad o esfuerzo de estudio.

En cuanto al esfuerzo realizado por los alumnos, hay que indicar que aparentemente tras la intervención didáctica están más motivados a estudiar más. De hecho, su valoración media del esfuerzo realizado para preparar la asignatura subió medio punto, de 5,90 a 6,30. Estadísticamente, teniendo en cuenta la limitación del tamaño de la muestra, no hay diferencias. En el caso de los estudiantes de género masculino el esfuerzo medio consignado aumentó casi en un punto. El resultado para las mujeres no es concluyente ya que algunas marcaron varias opciones en su cuestionario.

9.2. Emociones de los estudiantes.

Considerando los datos para el grupo, se observa que a nivel general se ha producido un aumento de las emociones positivas y un descenso de las emociones negativas. En el caso de las emociones positivas la alegría aumento su frecuencia media en casi un punto, llegando a 2,90 y siendo una de las emociones más frecuentes tras la intervención didáctica. No sólo aumentó la alegría, que entre sus características tiene la de ser una emoción breve; sino que la felicidad fue la emoción positiva que más aumentó en frecuencia, un punto, pasando de 1,50 a 2,50. Además la mayoría de las emociones negativas bajaron de frecuencia; siendo especialmente significativo el descenso del aburrimiento (4,10 a 2,64) y el asco (3,10 a 1,82). De hecho, ambas emociones son las que más bajaron en frecuencia, concretamente 1,20 puntos.

Aunque estadísticamente estas variaciones no son significativas, y señalando de nuevo el reducido número de sujetos que han participado en el estudio, si parece que se produce una ligera mejoría en la disposición de los alumnos hacia el estudio de la asignatura.

Entre las emociones positivas descendió la frecuencia media de la satisfacción de 2,00 a 1,40 y aumentó la de las emociones preocupación, vergüenza y ansiedad. En el caso de la vergüenza como ya comentamos pasó de 0,60 a 1,20 y sin embargo, sigue siendo la emoción menos frecuente entre los estudiantes. El aumento de la ansiedad de 1,10 a 1,30 puede estar relacionado, no sólo con la unidad didáctica, sino con el hecho de que el cuestionario fue rellenado por segunda vez en época de exámenes. El caso de la preocupación es también interesante ya que también aumentó la tranquilidad, emoción aparentemente opuesta a la preocupación. La preocupación aumentó de 2,60 a 2,90 mientras que la tranquilidad lo hizo de 2,10 a 2,78. Así que, aunque la frecuencia de la tranquilidad aumento más que la de la preocupación, esta última es mayor entre los estudiantes.

Si comparamos los datos obtenidos en nuestro estudio para la situación de después de la intervención didáctica con los del estudio de Dávila Acedo et al. (2016) que fue realizado con alumnos de 3º ESO (figuras 11 y 12) se observa que la mayoría de las emociones presentan una mayor frecuencia en los alumnos de 3º ESO que en los alumnos PMAR.

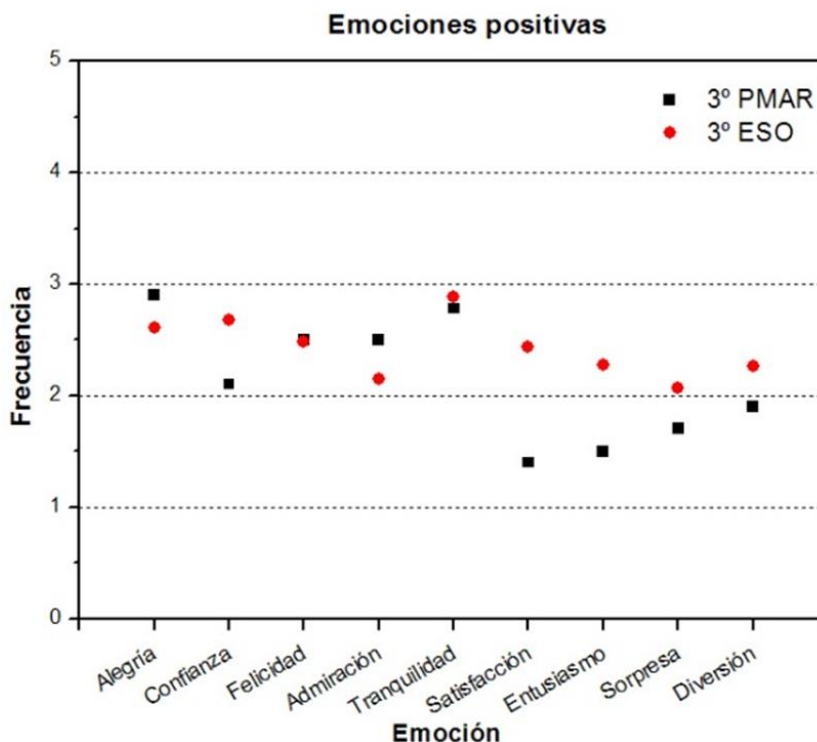


Figura 11. Comparación de las frecuencias promedio de las emociones positivas PMAR y ESO (Dávila Acedo et al., 2016)

En el caso de las emociones positivas (figura 11) la frecuencia promedio sólo es mayor en los estudiantes 3º PMAR en el caso de la alegría y la admiración. Las mayores diferencias se observan en las frecuencias de la satisfacción, el entusiasmo y la confianza. Por otra parte, el nivel de tranquilidad y el de felicidad es muy parecido. De manera análoga en la figura 12 correspondiente a las emociones negativas, se observa que las frecuencias para las emociones de preocupación y aburrimiento son muy próximas entre los dos grupos, mientras que existen mayores diferencias para el asco, el nerviosismo y el enfado. En concreto los estudiantes de 3º PMAR se enfadan menos y están menos nerviosos.

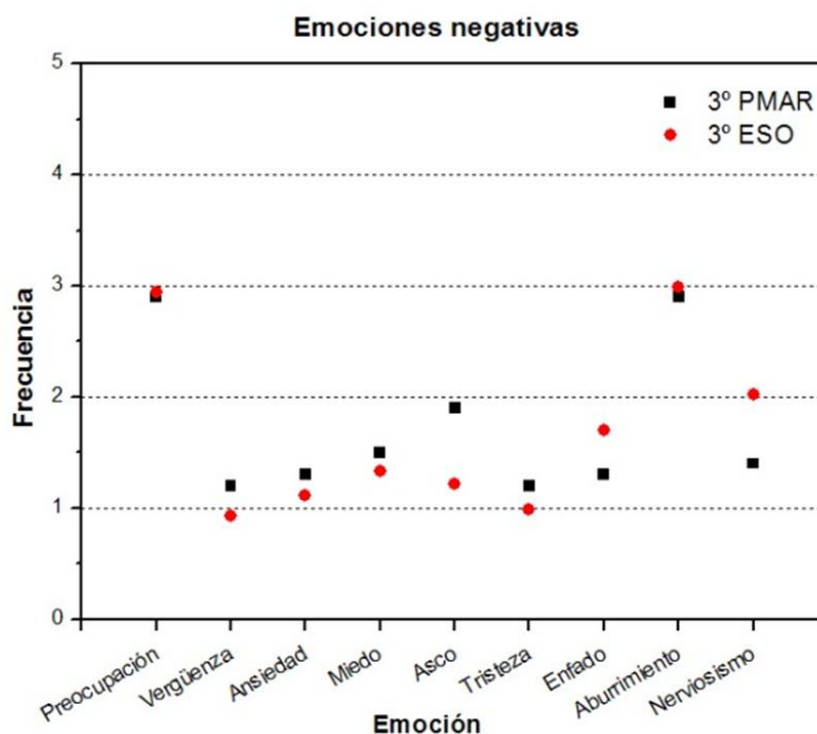


Figura 12. Comparación de las frecuencias promedio de las emociones negativas PMAR y ESO (Dávila Acedo et al., 2016)

Así pues, tras la intervención didáctica la frecuencia de las emociones de los alumnos de 3º de PMAR son parecidas a las de otros grupos de estudiantes de la misma edad. A destacar las frecuencias del aburrimiento y de la preocupación que a pesar de presentar el valor más alto son similares a las del grupo 3º ESO. Mientras que la ansiedad y la vergüenza que habían aumentado en 3º PMAR difieren menos de 0,5 puntos del otro grupo. Por otro lado, en el caso de las emociones positivas tanto la satisfacción que había disminuido en frecuencia como el entusiasmo que permaneció constante distan casi 1 punto, por su parte también se observa que la confianza de los estudiantes del programa PMAR es menor que en los estudiantes ESO.

Si observamos los resultados de la comparación de las emociones según el género, vemos una clara tendencia en el caso de los hombres, las emociones positivas aumentan a excepción de la motivación que pasa de una frecuencia promedio de 2,00 a 1,67; mientras que las emociones negativas disminuyen, nuevamente con una excepción: la vergüenza, que pasa de una frecuencia promedio de 0,33 a 1,00. En el caso de las mujeres las emociones positivas aumentan con tres excepciones: la tranquilidad que varía de 2,75 a 2,25, la satisfacción que varía de 2,00 a 1,00 y el entusiasmo que varía de 2,25 a 1,75. En el caso de las emociones negativas la frecuencia aumenta exceptuando

el aburrimiento y el asco, que como hemos mencionado anteriormente variaron de 3,50 a 3,00.

Comparando estos datos con el resultado de grupo, observamos que en el caso de las emociones positivas el aumento de la tranquilidad es debido al aumento de la tranquilidad de los varones. De hecho se da una inversión de la situación puesto que al principio la frecuencia de la tranquilidad era superior en las mujeres (H: 1,67 < M: 2,75) pero al final la frecuencia es mayor en los hombres con un valor superior al de las mujeres al principio (H: 3,20 > M: 2,25).

Otra observación es que en el caso de las emociones negativas, la frecuencia al final es siempre superior en las mujeres que en los hombres. En 5 casos, véase tabla 13, se han producido inversiones respecto al grupo que experimentaba las emociones con más frecuencia: la preocupación, el miedo, la tristeza, el enfado y el aburrimiento. Siendo el aburrimiento el único caso en el que la frecuencia disminuyó para los dos grupos.

Tabla 13. Cambios interesantes en las frecuencias medias de las emociones según el género, antes y después de la intervención

Emoción	Antes		Después	
	\bar{X}_{Hombres}	\bar{X}_{Mujeres}	\bar{X}_{Hombres}	\bar{X}_{mujeres}
Preocupación	2,83	2,25	2,17	4,00
Miedo	2,50	1,00	0,83	2,50
Tristeza	2,00	1,75	0,67	2,00
Enfado	2,33	1,75	0,67	2,25
Aburrimiento	4,50	3,50	2,83	3,00

Las emociones en las que aumenta la diferencia de frecuencia promedio entre géneros son: la alegría, la felicidad y la satisfacción (mayor frecuencia promedio en hombres) y la confianza, la diversión, la ansiedad, el asco y el nerviosismo (mayor frecuencia promedio en mujeres). Por otro lado las emociones en las que las diferencias de género se reducen son: el entusiasmo, la sorpresa y la vergüenza (mayor frecuencia promedio en mujeres). En el caso de la admiración la diferencia entre los valores promedio por género no varió.

9.3. Causas de las emociones.

En el caso de los estudiantes de 3º ESO, Dávila Acedo et al. (2016) señala que las principales causas identificadas para las emociones positivas de los mismos son:

- Las buenas calificaciones.
- La realización de actividades prácticas.
- Entender los problemas y cuestiones que se les plantean.

En el caso de los estudiantes de 3º PMAR, la causa a la que se atribuyen las emociones positivas casi siempre tiene que ver con el estudiante y son las calificaciones académicas obtenidas con anterioridad en la asignatura (80% de los alumnos), cuya frecuencia promedio es 4,00. Las dos causas siguientes por frecuencia son el contenido teórico (100% de los estudiantes) con una frecuencia promedio de 3,90 y la resolución de los problemas (90% de los alumnos) con una frecuencia promedio 3,22. Siendo ambas causas relativas a la asignatura. Como vemos, con mayor frecuencia promedio, la obtención de buenas calificaciones coincide con el grupo de estudiantes de 3º ESO.

La primera de las causas relacionadas con el profesor es la actitud del mismo al impartir la asignatura, que para el 80% de estudiantes de 3º PMAR es con frecuencia (3,00) motivo de sus emociones positivas. Por otra parte, los alumnos (80%) consideran que con poca frecuencia (2,38) su motivación por aprender influye en sus emociones positivas.

Por otro lado, encontramos que las causas relativas al profesor son las que un mayor porcentaje de alumnos refieren como causas de sus emociones positivas. Un 100% de los alumnos reportan como causa de estas la actitud del profesor al impartir la asignatura y el sistema de evaluación, seguida de una causa relativa a la asignatura que es el contenido teórico.

Así pues, un mayor número de alumnos considera que la actitud del profesor es la causa de sus emociones positivas, pero las calificaciones anteriores y el contenido de la asignatura influyen en las mismas con más frecuencia. Coincidiendo con el grupo de 3º ESO analizado en el trabajo de Dávila (2016) en la influencia de las calificaciones.

En el caso de las emociones negativas, Dávila Acedo y colaboradores (2016) señalan que las principales causas de las mismas en el grupo de 3º ESO son:

- Las calificaciones negativas.
- Realizar exposiciones orales, debates y trabajos prácticos.
- Tener que resolver problemas.

Los datos reportados por los alumnos 3º PMAR indican que éstos consideran que las causas por las que se les ha preguntado son poco frecuentes como motivo de sus emociones negativas, valores promedio de todas ellas entre 0,00 y 2,00. La más frecuente es el contenido teórico de la asignatura (2,00) para un 20% de los alumnos, seguida de la actitud del profesor (1,75) para un 40% de los alumnos y su capacidad de entender la asignatura (1,67) para un 30%. Causas relacionadas con la asignatura, el profesor y el alumno respectivamente.

El porcentaje de alumnos que identifica alguna de las causas como motivo de sus sentimientos negativos es inferior al de las emociones positivas. Así con el 40% de alumnos, las causas identificadas como por más alumnos como motivo de sus emociones negativas son: la actitud del profesor, las actividades prácticas y su motivación por aprender. Nuevamente, las causas se deben a los tres factores profesor, asignatura y alumno.

La resolución de problemas y el sistema de evaluación (0,00) no se consideran como causantes de las emociones negativas.

Así pues en el caso de las emociones negativas las causas están relacionadas con el profesor, la asignatura y el alumno. Considerando un mayor porcentaje de los alumnos que profesor y asignatura son factores causantes de las mismas más frecuentes que los factores asociados al alumno. Cabe resaltar que en este caso difieren de los estudiantes de 3º ESO (Dávila et al., 2016), ya que para los estudiantes de PMAR, las calificaciones negativas y las actividades prácticas son con poca frecuencia causa de sus emociones negativas. Además consideran la resolución de problemas como causa de sus emociones positivas.

Los resultados indican que tanto el contenido teórico como la actitud del profesor son causas determinantes en las emociones de los alumnos, tanto de las emociones positivas como de las negativas. Puesto que los contenidos teóricos están definidos y estandarizados en el currículo, el papel profesor es clave en la forma de afrontar la asignatura por parte de los alumnos.

La obtención de buenas calificaciones aumenta la frecuencia de emociones positivas, ya que éstas indican que los alumnos son capaces de resolver los retos que se les proponen, por lo que afrontan con una actitud más positiva nuevos retos.

En el caso de las emociones negativas, las causas identificadas están relacionadas tanto con el profesor, como con la asignatura, como con los estudiantes. La capacidad de entender la asignatura es el factor más importante relacionado con los estudiantes. Contrasta la baja frecuencia promedio de las causas de las emociones negativas con las

frecuencias promedio de algunas de ellas como la preocupación, el asco o el aburrimiento.

9.4. Relación de los resultados obtenidos con la profesión docente.

Fijándonos en los indicadores del esfuerzo, el aburrimiento y el asco; los resultados obtenidos indican una respuesta favorable por parte del alumnado a la introducción de nuevas metodologías en las clases. La introducción de las TIC y actividades distintas a la clase magistral parece que mejora su motivación hacia el estudio. Por otro lado las novedades hacen que los alumnos salgan de su zona de confort y se encuentren más inseguros. Puesto que la realización del segundo cuestionario coincidió con el periodo de exámenes correspondiente a la segunda evaluación, los datos obtenidos para las emociones como la preocupación y el miedo pueden estar influenciados por los resultados obtenidos en otras asignaturas y por la perspectiva de tener que realizar nuevas pruebas escritas.

9.5. Limitaciones del estudio.

Una limitación de gran importancia del estudio es el tamaño de muestra que es muy pequeño y por tanto las conclusiones obtenidas no son extrapolables a otros grupos. Se necesitaría un tamaño de muestra mayor, es decir, trabajar con más grupos PMAR, y en este sentido, sería aconsejable tener un grupo control y hacer estudios de homogeneidad.

Además el estudio se ha visto afectado por el absentismo escolar; por lo que el tamaño de muestra se redujo a 12 individuos, de los cuales 2 tuvieron que ser excluidos ya que no pudieron realizar el test antes y después de la intervención didáctica debido a faltas justificadas.

Otra limitación ha sido el tiempo disponible para realizar el estudio puesto que sólo se ha podido trabajar sobre una unidad didáctica y los resultados pueden variar sustancialmente dependiendo de los contenidos teóricos y/o actividades desarrolladas dentro del amplio currículo de la asignatura de Física y Química.

9.6. Futuras líneas de trabajo/actuación.

Sería interesante realizar el estudio a lo largo de un curso lectivo, teniendo en cuenta todas las unidades didácticas o al menos trimestralmente e intentar evaluar que factor tiene más peso en la motivación de los estudiantes: la materia, el profesor o el propio estudiante, tipo de actividades desarrolladas (resolución de ejercicios, prácticas de

laboratorio, etc.). Así como la relación con determinadas emociones, por ejemplo la relación entre contenido teórico y aburrimiento o el de las actividades prácticas con el miedo y la preocupación.

Se podría realizar un estudio que implicara grupos de distintos institutos.

10. Conclusiones.

- La voluntad o esfuerzo de estudio de los alumnos hacia la asignatura después de la intervención didáctica ha aumentado.
- Los sentimientos positivos han aumentado de manera general, tanto en hombres como en mujeres y los sentimientos negativos han disminuido, especialmente el aburrimiento y el asco. Si bien es cierto, que la introducción de las actividades ha generado preocupación y vergüenza, achacable a la salida de la zona de confort de los alumnos.
- Las causas de las emociones de los alumnos están muy ligadas a la actitud del profesor. Por un lado las emociones positivas de los alumnos están muy ligadas a su capacidad de resolver problemas y las pruebas de evaluación. Por otro lado las emociones negativas están ligadas al temario.

11. Referencias bibliográficas.

Para la redacción de este apartado se han seguido las normas de citación APA, 7ª edición utilizando el software Zotero.

- Alsina Masmitj, G. (2015). Déficit de atención y trastornos de conducta. Editorial UOC.
- Anaut, M. (2017). Humor, entre la risa y las lágrimas: Traumas y resiliencia. Gedisa.
- Bandura, A. (2011). On the Functional Properties of Perceived Self-Efficacy Revisited. *Journal of Management*, 38(1), 9-44. <https://doi.org/10.1177/0149206311410606>
- Bisquerra Alzina, R. (2003). Educación emocional y competencias básicas para la vida. *Revista de Investigación Educativa*, 21(1). <https://revistas.um.es/rie/article/view/99071>
- BOCM. (2015). DECRETO 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria., Pub. L. No. DECRETO 48/2015, BOCM-20150520-1 BOLETÍN OFICIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID 300 (2015). <http://www.bocm.es/boletin-completo/bocm-20150520/118/i.-comunidad-de-madrid/a%29-disposiciones-generales/consejer%C3%ADa-de-educaci%C3%B3n%2C-juventud-y-deporte>
- BOE. (2015a). Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato., Pub. L. No. Orden ECD/65/2015, BOE-A-2015-738 Boletín Oficial del Estado 18 (2015). https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-738
- BOE. (2015b). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato., Pub. L. No. Real Decreto 1105/2014, BOE-A-2015-37 Boletín Oficial del Estado 378 (2015). <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-37>
- Borrachero Cortés, A. B. (2015). Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en Educación Secundaria [Universidad de Extremadura. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas]. <http://hdl.handle.net/10662/3066>
- Borrachero Cortés, A. B., Dávila Acedo, M. A., & Costillo Borrego, E. (2016). Emociones y capacidad para aprender materias de ciencias en educación secundaria. *Campo Abierto*, 35(1), 247-255.
- Carrasco Ortiz, M. Á., & del Barrio Gándara, M. V. (2002). Evaluación de la autoeficacia en niños y adolescentes. *Psicothema*, 14(2), 323-332.

- Carretero, S., Vuorikari, R., Punie, Y., European Commission, & Joint Research Centre. (2017). DigComp 2.1 the digital competence framework for citizens with eight proficiency levels and examples of use.
- Chóliz Montañés, M. (2005). Psicología de la emoción: El proceso emocional. (p. 34). Dpto de Psicología Básica. Universidad de Valencia. www.uv.es/~cholz
- Comisión Europea. (2018). COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES sobre el Plan de Acción de Educación Digital (N.º 22; p. 14). Comisión Europea.
- Damasio, A. R. (2011). En busca de Spinoza neurobiología de la emoción y los sentimientos. Destino.
- Darwin, C. (2000). The Expression Of Emotion In Man And Animals. Project Gutenberg ;
- Dávila Acedo, M. A. (2018). Las emociones en el aprendizaje de Física y Química en el alumnado de Educación Secundaria. Un programa de intervención emocional [Universidad de Extremadura]. <http://hdl.handle.net/10662/7792>
- Dávila Acedo, M. A., Cañada Cañada, F., Sánchez Martín, J., & Mellado Jiménez, V. (2016). Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante. Educación Química, 27(3), 217-225. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.04.001>
- Departamento Orientación. (2017). Programación Didáctica del Ámbito Científico y Matemático.
- Ekman, P. (2003). Emotions revealed: Recognizing faces and feelings to improve communication and emotional life (1st ed). Times Books.
- Eurostat. (2020). Early leavers from education and training by sex
Code: Sdg_04_10 % of population aged 18 to 24. Eurostat.
https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=sdg_04_10
- Ezquerro, Á. (2012). Midiendo la realidad a través de la imagen. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales., 71, 7-21.
- Goleman, D. (2019). Inteligencia emocional. Kairós.
- Instituto de Evaluación. (2011). PISA - ERA 2009. Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. OCDE. Informe Español (p. 113). Ministerio de Educación.
- INTEF. (2017). Marco Común de Competencia Digital Docente. (p. 83). Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

- Medina Cambrón, A., & Ballano Macías, S. (2015). Retos y problemáticas de la introducción de la educación mediática en los centros de secundaria = Challenges and problems: The introduction of media education in secondary schools. *Revista de Educación*, 369. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2015-369-293>
- Mellado Jiménez, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., & . Et al. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Muñoz-Osuna, F. O., Arvayo-Mata, K. L., Villegas-Osuna, C. A., González-Gutiérrez, F. H., & Sosa-Pérez, O. A. (2014). El método colaborativo como una alternativa en el trabajo experimental de Química Orgánica. *Educación Química*, 25(4), 464-469. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70068-0](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70068-0)
- OECD. (2019). España-Nota del país—Resultados PISA 2018 (p. 10).
- ONU. (1989) Convención sobre los Derechos del Niño, Pub. L. No. Treaty Series, vol. 1577, p. 3.
- ONU. (1948). Declaración Universal de Derechos Humanos, Pub. L. No. 217 A (III).
- Real Academia Española (Ed.). (2014). Diccionario de la lengua española (Vigésimotercera edición, Edición del Tricentenario). Real Academia Española.
- Reeve, J. (2011). Motivación y emoción. McGraw-Hill.
- Rheinberg, F., & Engeser, S. (2018). Intrinsic Motivation and Flow. En J. Heckhausen & H. Heckhausen (Eds.), *Motivation and Action* (pp. 579-622). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-65094-4_14
- Riding, R. J., & Rayner, S. (Eds.). (2001). *Self perception*. Ablex Pub.
- Rocard, M., & Comisión Europea (Eds.). (2007). Enseñanza de las ciencias ahora: Una nueva pedagogía para el futuro de Europa. *Naturwissenschaftliche Erziehung JETZT: eine erneuerte Pädagogik für die Zukunft Europas*. Amt für amtl. Veröff. d. Europ. Gemeinschaften.
- Rotger, M. (2019). Una escuela neuroeducada: Siente, piensa, actúa. Editorial Brujas. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/universidadcomplutense-ebooks/detail.action?docID=5885713>
- Sánchez Pardo, L. (2015). Los adolescentes y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC): Guía para padres, ayudándoles a evitar riesgos. Ayuntamiento de Valencia, Concejalía de Sanidad, Plan Municipal de Drogodependencias.
- Solbes, J., Montserrat, R., & Furió, C. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: Implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 21, 91-117.

- Tarantino-Curseri, S. (2018). Breve recorrido histórico de la emoción. Desde Platón hasta Damásio y la toma de decisiones. *CICAG: Revista del Centro de Investigación de Ciencias Administrativas y Gerenciales*, 15(2), 1-27.
- Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: Un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias.*, 8(3), 274-292. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2008.v5.i3.03
- Vázquez-Alonso, Á., & Manassero-Mas, M. A. (2011). El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria. *Ciência & Educação (Bauru)*, 17(2), 249-268. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000200001>
- Zendler, A., & Greiner, H. (2020). The effect of two instructional methods on learning outcome in chemistry education: The experiment method and computer simulation. *Education for Chemical Engineers*, 30, 9-19. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2019.09.001>
- Zimmerman, B. J., Kitsantas, A., & Campillo, M. (2005). Evaluación de la Autoeficacia Regulatoria: Una Perspectiva Social Cognitiva. *Evaluar*, 5 (Octubre), 1-21.

12. Anexos.

ANEXO I

CUESTIONARIO SOBRE LAS EMOCIONES DE LOS ESTUDIANTE DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA Y BACHILLERATO

Sexo: <input type="radio"/> Hombre <input type="radio"/> Mujer	Edad:
¿Cómo valorarías tu esfuerzo o voluntad ante el estudio?	
<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9 <input type="radio"/> 10	

1. Valora de 0 a 5 la frecuencia con que sientes o experimentas estas emociones durante 3º E.S.O en la asignatura obligatoria de Física y Química.

0 = Mínima frecuencia

5 = Máxima frecuencia

EMOCIONES	FRECUENCIA					
	0	1	2	3	4	5
Alegría						
Preocupación						
Confianza						
Vergüenza						
Ansiedad						
Felicidad						
Miedo						
Admiración						
Tranquilidad						
Asco						
Satisfacción						
Tristeza						
Entusiasmo						
Enfado						
Sorpresa						
Aburrimiento						
Diversión						
Nerviosismo						

3. Señala con una ‘X’ las posibles causas por las que crees que sentías emociones ‘positivas’ en la asignatura de Física y Química en 3º E.S.O.

Posibles causas de las emociones	EMOCIONES POSITIVAS						EMOCIONES NEGATIVAS					
	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
La metodología que usaba el profesor												
El contenido teórico de la asignatura												
Los resultados académicos obtenidos anteriormente en la asignatura												
La actitud del profesor												
La resolución de problemas en la asignatura												
Mi capacidad para aprender la asignatura												
El sistema de evaluación												
Las actividades prácticas realizadas en la asignatura												
Mi motivación por aprender la asignatura												
Otras:												

Muchas gracias por tu colaboración.

ANEXO II

MATERIALES Y RECURSOS DIDÁCTICOS.

Presentación PowerPoint: La presentación permite explicar los conceptos de la unidad didáctica insertando los otros recursos para ilustrarlos.

Modelos atómicos y simuladores: Permiten que los alumnos comprendan mejor los modelos y puedan interactuar con modelos interactivos, con movimiento. Los simuladores les permiten experimentar y profundizar en los conceptos.

http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esofisicaquimica/4quincena8/4q8_index.htm

https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_es.html

https://phet.colorado.edu/sims/html/isotopes-and-atomic-mass/latest/isotopes-and-atomic-mass_es.html

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/rutherford-scattering>

<https://www.csn.es/varios/modulos-interactivos/>

<http://www.educaplus.org/game/configuracion-electronica>

Videos: Utilizados como material de apoyo para explicar conceptos de forma visual. Las imágenes son fáciles de recordar.

<https://www.youtube.com/watch?v=gvlcnNbxRdo>

<https://www.youtube.com/watch?v=t817YjW4cmc>

Fichas de ejercicios: Para la aplicación y afianzamiento de los conocimientos y competencias adquiridos por el alumno.

Recursos en la web: Páginas con información sobre la unidad didáctica que los alumnos pueden consultar en cualquier dispositivo con conexión.

https://iupac.org/wp-content/uploads/2018/12/IUPAC_Periodic_Table-01Dec18.pdf

https://ciaaw.org/pubs/Periodic_Table_Isotopes_2019_Jun.pdf

<http://uprl.unizar.es/higiene/radiaciones.html>

<https://www.ptable.com/?lang=es>

<https://sciencenotes.org/periodic-table-chart-element-sizes/>

https://sciencenotes.org/wp-content/uploads/2014/11/PeriodicTable_AtomicRadius.pdf

<http://www.enresa.es/esp/inicio/actividades-y-proyectos/atc>

<http://www.enresa.es/esp/inicio/actividades-y-proyectos/ca-el-cabril>

<https://www.foronuclear.org/es/100957-faqas-sobre-energia/capitulo-11/115519-154-icomo-se-garantiza-el-aislamiento-de-los-residuos-radiactivos>